

Mémoire de fin d'études

présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur Systèmes Agricoles et
Agroalimentaires Durables au Sud (SAADS)

Option : Développement agricole et rural au Sud (DARS)

Spécialité : Marchés, Organisations, Qualité, Services en appui aux agricultures du
Sud (MOQUAS)

Services écosystémiques et production agroforestière:

Instruments d'incitation pour le bassin de Llano Bonito, Costa Rica



par Mathilde BONIFAZI

Année de soutenance : 2015

Organisme d'accueil : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le
développement

Mémoire de fin d'études

**présenté pour l'obtention du ingénieur Systèmes Agricoles et Agroalimentaires
Durables au Sud (SAADS)**

Option : Développement agricole et rural au Sud (DARS)

**Spécialité : Marchés, Organisations, Qualité, Services en appui aux agricultures du
Sud (MOQUAS)**

Services écosystémiques et production agroforestière:

Instruments d'incitation pour le bassin de Llano Bonito, Costa Rica

Par Mathilde BONIFAZI

Année de soutenance : 2015

Mémoire préparé sous la direction de : Didier PILLOT

Présenté le : 26/10/2015

Devant le jury :

- Pascale MAIZI
- Sylvie MORARDET
- Christian GARY
- Jean-François LE COQ
- Didier PILLOT

Maître de stage : Jean-François LE COQ

Co-encadrants : Nicole SIBELET et Bruno RAPIDEL

**Organisme d'accueil : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le
développement**

RESUME

La culture du café est la principale activité économique du sous-bassin versant de Llano Bonito au Costa Rica. Les caféiers sont cultivés sous arbres d'ombrage. Ces systèmes agroforestiers fournissent des services écosystémiques mais sont aussi à l'origine de problèmes environnementaux. Une baisse de la biodiversité, une pollution azotée des ressources hydriques et une érosion importante des sols sont en effet constatées. Une amélioration de la gestion des SAF café pourrait permettre d'atténuer ces phénomènes. Dans cet objectif, un cadre légal existe à l'échelle nationale avec une loi sur la protection des forêts et de la ressource eau. Deux instruments d'incitation sont également en place : des éco-labels et un programme de Paiement pour Services Environnementaux (PSE). Leurs efficacités sont cependant limitées dans la zone d'étude : les agriculteurs ne les connaissent généralement pas et les propositions techniques associées sont souvent inadaptées au contexte socio-économique local. De plus, ces dispositifs ne semblent pas générer d'additionnalité environnementale à l'échelle de ce sous-bassin versant. Grâce à des enquêtes auprès des caféiculteurs et une simulation participative via un jeu de rôle, d'autres instruments avec un ciblage précis et une meilleure adéquation au contexte locale sont proposés. Le dispositif envisagé par cette étude est une association de plusieurs PSE et de services financiers de type crédits verts. La faisabilité de sa mise en œuvre est discutée. En effet, les coûts de transaction pourraient être élevés. Pour continuer à explorer ces propositions d'instruments, le jeu de rôle conçu pourrait être de nouveau mis à profit.

MOTS CLES : Système agro-forestier ; café ; services écosystémiques ; instruments d'incitation ; simulation participative ; jeu de rôle

ABSTRACT

In the watershed of Llano Bonito, in Costa Rica, coffee plantation is the main economic activity of the population. Coffee is cultivated under shade trees. These agroforestry systems (SAF) provide ecosystemic services but they are as well a source of environmental problems. A decrease of the biodiversity, nitrogen pollution of in the water resources and an important erosion of the soils are observed. An improvement of these systems could regulate these phenomena. In order to improve this, three instruments already exist in the national scale: environmental laws, eco-labels and a program of payments for ecosystemic services. However, their efficiency seems to be limited in this area. Generally farmers are not aware of them. And the technical innovations promoted by these instruments seems poorly adapted to the local socio-economic context or they do not generate environmental income. Coffee producers' interviews and a participative model based on a play role game were held to propose new instruments with a precise targeting and a better compatibility with the local context. The measure considered here is a blend of various payments for ecosystemic services associated to financial services such as green loan. The feasibility of its implementation is discussed, since transaction costs could be important. To keep exploring this research, the play role game created during the study could be adapted and use again.

KEYWORDS: agroforestry system ; coffee ; ecosystemic services ; participative modeling ; role game

RESUMEN

El café es la principal actividad económica, en la sub-cuenca de Llano Bonito, en Costa Rica. Este cultivo es producido bajo árboles de sombra. Estos sistemas agroforestales (SAF) provén servicios ecosistémicos pero también generan problemas ambientales. Efectivamente se observa en la zona: una disminución de la biodiversidad, una contaminación nitrogenada del agua y una erosión importante de los suelos. Una mejora del manejo de los SAF podría atenuar estos fenómenos. Con este propósito existe en el país un marco legal incluyendo una ley para la protección de los bosques y del agua. Además se destacan dos tipos de instrumentos de incitación: varias certificaciones ambientales y un programa de pagos por servicios ambientales. Sin embargo sus eficacias son limitadas en la zona de estudio. Generalmente los agricultores no los conocen. Asimismo las propuestas técnicas que estos instrumentos incitan no son adecuadas al contexto socio-económicos locales. Estos dispositivos no traen adicionalidad ambiental en la sub-cuenca. Gracias a unas encuestas de productores y una experiencia de simulación participativa a través de un juego de rol, otros instrumentos selectivos y adecuados al contexto local son propuestos. El dispositivo planeado en esta investigación es una asociación de pagos por servicios ambientales y de servicios financiero de tipo crédito verde. No obstante la viabilidad de un tal sistema puede ser contestado. Efectivamente los costos de transacción de este dispositivo podrían ser importantes. Para seguir explorando estas propuestas de instrumentos, el juego creado durante esta pasantía podría ser adaptado y reutilizado.

PALABRAS CLAVES: Sistemas agroforestales ; café ; servicios ecosistémicos ; simulación participativa ; juego de rol

REMERCIEMENTS

En premier lieu, je remercie les membres du projet SAFSE pour leur bonne humeur, leurs précieux conseils et leurs idées toujours plus innovantes. Ils ont fait de ce stage, une expérience enrichissante et agréable et ceci malgré les difficultés du travail de terrain. Je remercie tout particulièrement :

- mon maître de stage, Jean-François Le Coq qui s'est investi à 200% dans ce stage ;
- les chercheurs Bruno Rapidel et Nicole Sibelet qui ont partagé leurs connaissances du terrain et participé activement aux différentes phases de construction du jeu ;
- mon collègue et ami Mélaine Aucante qui m'a aidé à prendre du recul tout au long du stage.

Je tiens également à témoigner toute ma reconnaissance à :

- Nils Ferrand qui nous a transmis avec brio ses connaissances et son expérience sur la méthode du jeu de rôle ;
- Didier Pillot, mon directeur de mémoire qui a su m'aider à trouver des solutions pour avancer.

Mes remerciements s'adressent aussi aux costaricains sans qui ce travail n'aurait jamais vu le jour :

- Jorge Ortiz, ingénieur de la coopérative de Llano Bonito, toujours prêt à aider ;
- L'équipe de l'ICE, qui a assisté aux ateliers de co-construction du jeu ;
- L'ensemble de personnes enquêtées qui ont fait preuve d'une grande patience pour répondre à mes interminables questions.

Je n'oublie pas mes amis et ma famille :

- Les membres du groupe « la familleuh » qui ont toujours été là pour me soutenir ;
- Mes fidèles amis de l'IRC qui malgré la distance ont égayé mes journées de travail ;
- Manon Constanty qui grâce à sa gentillesse et ses délires a rendu mon séjour au Costa Rica inoubliable.

Merci à tous et à toutes.

TABLE DES MATIERES

Résumé.....	3
Abstract	4
Resumen.....	5
remerciements	6
Avant-Propos.....	9
Glossaire	10
Sigles et acronymes	11
1 Introduction.....	12
2 Production de café : de l'analyse de la filière costaricaine aux spécificités du territoire agro-forestier	14
2.1 Filière café et politiques environnementales.....	14
2.1.1 Une filière en mutation entre tradition et modernité.....	14
2.1.2 Des instruments pour une production de café durable au Costa Rica.....	15
2.2 Llano Bonito, un bassin versant spécialisé dans la production de café	17
2.2.1 Des conditions agro-écologiques idéales pour un café de qualité.....	17
2.2.2 Une société et une économie structurées par la caféiculture.....	18
2.2.3 Un territoire marqué par une évolution des systèmes de cultures café.....	20
2.2.4 Des enjeux socio-économiques et agro-environnementaux à maîtriser	21
3 Méthodologie	25
3.1 Cadre conceptuel.....	25
3.1.1 Premier niveau d'étude : les services écosystémiques des SAF café	25
3.1.2 Second niveau d'étude : les systèmes d'activités des ménages de caféiculteurs	27
3.1.3 Troisième niveau : les instruments d'incitation.....	28
3.2 La mobilisation des informations: de l'enquête au jeu de rôle	31
3.3 Une méthode d'enquête compréhensive et interactive	33
3.4 Une méthode de simulation participative pour le test d'instruments.....	35
3.4.1 Organisation des sessions de jeu.....	35
3.4.2 Construction du jeu.....	35
3.4.3 Principe du jeu.....	36
3.4.4 Déroulement d'une session de jeu	37
4 De l'analyse de l'agro-écosystème à la proposition d'instruments d'incitation	37
4.1 Diversité des pratiques dans les SC café et stratégies de gestion au niveau parcellaire	

4.1.1	Clés de compréhension des SC café.....	38
4.1.2	Diversité des pratiques et pistes d'explications	44
4.1.3	Bilan sur fourniture de SE des SC café.....	48
4.1.4	Les SC café dans le jeu	49
4.2	Intégration des SC café dans les systèmes d'activités des ménages de caféiculteurs	52
4.2.1	Caractérisation socio-économique des ménages enquêtés	52
4.2.2	Diversité des activités des ménages de caféiculteurs	53
4.2.3	Typologie de systèmes d'activités	58
4.2.4	SA dans le jeu.....	61
4.3	Identification des instruments d'incitation pour des SAF durable	61
4.3.1	Incitations existantes dans la zone d'étude.....	61
4.3.2	Opinions des agriculteurs sur des pistes potentielles d'améliorations techniques 65	
4.3.3	Choix des incitations testées dans le jeu	67
4.3.4	Résultats des simulations d'instruments	67
4.3.5	Conclusion et généralisation sur les potentiels instruments pour de meilleurs compromis entre SE	76
5	Discussions et perspectives sur la démarche.....	77
6	Conclusion	79
	Bibliographie	81
	Table Des Illustrations	84
	Table Des Annexes.....	86
	Annexes	87

AVANT-PROPOS

Ce stage de fin d'étude proposé par le Cirad s'inscrit dans le projet de recherche SAFSE¹ (2012-2015), mené par l'IRD, le CIRAD et leurs partenaires nationaux, dans huit pays, dont le Costa Rica. L'équipe de chercheurs du Costa Rica s'intéresse aux services écosystémiques (SE) fournis par les systèmes agro-forestiers (SAF) en caféiculture. Les principaux objectifs des études réalisées sont de :

- caractériser les SE et les bénéfices socio-économiques procurés par les SAF à base de café ;
- comprendre comment varient les compromis et les synergies entre ces SE.

Le stage s'intègre plus particulièrement dans la dernière composante WP4 de ce projet intitulée : « Analyse des possibilités d'amélioration des SAF à travers des innovations techniques et institutionnelles ». Un des objectifs de WP4 est « l'analyse comparée de systèmes d'incitations aux échelles des exploitants et des territoires pour promouvoir une production accrue des services écosystémiques par les SAF ».

De manière plus globale, ce stage est réalisé dans le cadre du Pôle de Compétence en Partenariat en agroforesterie des plantes pérennes d'Amérique Centrale (2007-2017), PCP-Saf Pérennes. Il s'agit d'un dispositif prioritaire de recherche en partenariat entre différents centres et institutions de recherche dont le Cirad. Les thèmes de recherche du PCP² sont notamment « le développement de méthodes pour concevoir des systèmes agro-forestiers adaptés à des contraintes et opportunités spécifiques » et l'« étude des relations entre le développement des systèmes agro-forestiers, des systèmes de paiements pour services environnementaux, et les moyens de vie des producteurs ». Dans le cadre de ce PCP, quatre stages de fin d'étude et trois thèses ont été réalisés. Ce mémoire s'appuie en partie sur leurs résultats.

Un autre stage de fin d'étude ayant les mêmes objectifs a été réalisé en parallèle à La Dalia au Nicaragua, avec comme idée de réaliser des comparaisons d'ordre méthodologique entre les deux terrains de recherche.

¹ <http://safse.cirad.fr/>

² <http://umr-system.cirad.fr/l-unite/dispositifs-de-recherche-et-d-enseignement/agroforesterie-en-amerique-centrale>

GLOSSAIRE

Système de culture (SC) : Succession et/ou association de cultures, à l'échelle d'une ou d'un groupement de parcelles, à laquelle s'applique un ensemble de techniques ordonnées, selon un itinéraire technique (Sebillotte, 1990).

Système de production (SP) : Combinaison des systèmes d'élevage et de cultures au sein d'une même exploitation agricole.

Système d'activités (SA) : Ensemble dynamique et structuré d'activités en interaction, mises en œuvre par une entité sociale en mobilisant les ressources disponibles, dans un environnement écologique et social donné (P. Gasselin, M. Vaillant *et al*, 2014).

Agro-écosystème : Espace d'interactions entre l'homme, ses savoirs et ses pratiques et les ressources naturelles.

Services éco-systémiques(SE) : Externalités positives générées par un écosystème dont l'homme tire des bénéfices matériels ou immatériels.

Disservices : Externalités négatives générées par un agro-écosystème.

Pratiques agro-environnementales : Pratiques agricoles respectueuses de l'environnement pour une conservation de la biodiversité et une protection des ressources hydriques et pédologiques.

Compromis entre SE : Equilibre entre production de café et les autres SE qui permettent une protection de l'environnement.

Instrument d'incitation : Dispositif qui vise la mise en œuvre de règles pour inciter des changements de pratiques, dans un objectif de protection et conservation de l'environnement.

« Fanegas » : Unité de mesure du café correspondant à un sac de 46 kg de café sec prêt à l'exportation

« Manzanas » : Unité de surface, équivalente à 0.7 hectare.

« Micro-beneficio » : Petit atelier de transformation post-récolte du café.

SIGLES ET ACRONYMES

SE : services écosystémiques

SC : système de culture

SP : système de production

SAF : système agro-forestier

SA : système d'activités

ICE : Institut Costaricain de l'Electricité

CIRAD : Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement

IRSTEA : L'Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture

COOCAFE : Consortium de coopératives de Guanacaste et de Montes de Oro

FUNCAFOR : Fondation Café Forestier

ICAFE: Institut Costaricain du Café

CATIE : Centre de recherche et d'enseignement en agronomie tropicale

UNA : Université Nationale du Costa Rica

PCP : Pôle de Compétence en Partenariat en agroforesterie des plantes pérennes d'Amérique Centrale.

1 Introduction

La zone de Los Santos est la première zone caféière du Costa Rica. Dans le sous-bassin versant de Llano Bonito, village de cette région, cette culture occupe 90 % de la surface du territoire (R. Alvarado Salas, 2003). Elle est donc une composante majeure de la gestion de l'environnement.

Les caféiers sont cultivés sous ombrage. Cette association caféiers-arbres d'ombrage forme des systèmes agro-forestiers (SAF). Ces systèmes fournissent des services écosystémiques (SE) (De Melo, 2005). Selon les gestions des parcelles par les caféiculteurs, cette fourniture de SE peut être altérée ou à l'inverse optimisée.

Ces dernières années, les agriculteurs de la zone ont adopté de nouvelles pratiques agricoles qui ont permis une évolution positive de la fourniture de SE (Laffourcarde, 2012). Malgré ces avancées, ces systèmes ne sont pas parfaits et ont notamment un impact environnemental. L'érosion fait partie de ces impacts. Ce phénomène est en partie à l'origine de l'appauvrissement des sols des parcelles et par conséquent menace la durabilité des exploitations agricoles. Ces pertes en sédiments affectent aussi le fonctionnement du barrage de la zone. Son bassin de rétention sera comblé d'ici une dizaine d'années, si des pratiques de conservation des sols ne se sont pas mises en œuvre (communication de l'ICE cités dans Laffourcarde, 2012). D'autres impacts environnementaux causés par la caféiculture sont recensés, même si encore peu étudiés : la pollution de l'eau liée à la fertilisation des caféiers et la perte de biodiversité (Atelier de construction du jeu, ICE, 2015).

Ces problématiques perdurent, malgré la mise en place d'instruments pour inciter des pratiques qui optimisent la provision de SE fournis par ces SAF. Depuis 1996, la loi sur les forêts reconnaît les SE générés par les arbres et exige une protection de la ressource eau. L'Etat promeut également la fourniture de SE avec un programme pour Paiement pour Services Environnementaux. D'autres acteurs, privés, encouragent des pratiques de protection de l'environnement, grâce à des écolabels.

Accompagner l'évolution des SAF café vers des systèmes d'agriculture à moindre impact environnemental reste donc un enjeu de taille. On peut se demander quels instruments pourraient significativement influencer la fourniture des SE de ces systèmes. Plus particulièrement, la question de recherche de ce mémoire est :

« Quels instruments mettre en place pour inciter la mise en œuvre de pratiques agro-environnementales afin d'atteindre des compromis entre les SE des SAF café ? ».

Par compromis entre SE, on entend un équilibre entre production de café et les autres SE qui permettent une protection de l'environnement. Nous définissons le terme de pratique agro-environnementale comme des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, pour une conservation de la biodiversité et une protection des ressources hydriques et pédologiques. Au-delà de ces critères environnementaux, ces pratiques doivent aussi assurer une production en quantité et de qualité, tout en satisfaisant correctement les objectifs économiques et sociaux des producteurs.

Ce document, résultat de 5 mois de stage au Costa Rica, répond à la question de recherche posée. Trois sous-questions ont été développées :

- 1- Quelles sont les pratiques et stratégies de gestion des parcelles de café des agriculteurs et leurs conséquences en termes de SE ?
- 2- Quelles stratégies à l'échelle des systèmes d'activités des ménages de producteurs de café et leurs conséquences en termes de gestion des systèmes de culture café ?
- 3- Quels instruments pour la mise en œuvre de pratiques agro-environnementales adaptées aux contraintes technico-économiques des exploitations ?

Afin d'y répondre, une méthode de type jeu de rôle a été préalablement définie par le commanditaire. Une démarche innovante alliant enquêtes compréhensive et simulation participative est proposée.

Trois hypothèses sont formulées au début de l'étude, à partir de la revue bibliographique :

H1 : Des instruments sont nécessaires pour accompagner les agriculteurs dans la mise en œuvre des pratiques agro-environnementales peu connues, techniquement plus compliquées et/ou plus coûteuses que les pratiques actuelles.

H2 : Les instruments actuels au niveau national sont inaccessibles dans certaines zones et inadaptés aux spécificités locales de l'agriculture.

H3 : Les agriculteurs ont des sensibilités différentes aux incitations générées par ces instruments selon leur dotation en terre, capital et main d'œuvre, ou selon leur histoire personnelle.

Au vu de ces questions et hypothèses, les objectifs du stage sont les suivants :

- 1- Faire un état des lieux des pratiques agroforestières actuelles dans la zone d'étude ;
- 2- Comprendre les stratégies des producteurs de café à l'échelle de leur système de culture café et du système d'activités ;
- 3- Identifier des pratiques influant les compromis entre SE ;
- 4- Identifier les instruments existants qui encouragent la mise en œuvre de pratiques agro-environnementales et leurs effets dans la zone ;
- 5- Identifier les instruments pouvant être adaptés à la réalité de ces caféiculteurs et répondant aux problématiques environnementales locales.

La première partie de ce rapport détaille le contexte de notre zone d'étude. La méthodologie et la démarche du stage sont expliquées dans une seconde partie. Les résultats de la recherche sont ensuite présentés. Ils comprennent l'analyse des systèmes de culture café et des systèmes d'activités des ménages de caféiculteurs. Le processus de construction du jeu et ses résultats sont également explicités dans cette partie. Ces résultats sont finalement discutés pour aboutir à des pistes d'amélioration et de réutilisation du jeu de rôle.

2 Production de café : de l'analyse de la filière costaricaine aux spécificités du territoire agro-forestier

2.1 Filière café et politiques environnementales

2.1.1 *Une filière en mutation entre tradition et modernité*

Le café costaricain, de type Arabica, représente 1.4 % de la production mondiale de café (Wessel, 2012). Seul 20% de ce café est destiné au marché national. Les 80% restant sont exportés vers les Etats-Unis, l'Europe, le Japon et le Canada (Tuvhag, 2008). Ce café est l'un des plus chers du marché international, avec en moyenne 5.00 \$USD par quintal de plus que les cours internationaux (Borras, 2014). Ce « surprix » est possible grâce à une réputation internationale de café de qualité. Les certifications contribuent également à la valorisation de ce produit. Le marché est, en effet, caractérisé par une forte expansion de certifications comme la certification café biologique, FairTrade, Rainforest Alliance, Nespresso AAA Quality Standards et Starbucks CAFE Practices. En 2009, 8% des exportations de café était certifiées (Wessel, 2012).

Cette production de café est issue d'une agriculture familiale. Plus de 90 % des producteurs sont considérés comme petits et produisent ensemble un peu plus de 40% de la production nationale (Wessel, 2012). Malgré la compétitivité de cette filière sur le marché international, la production et le nombre de caféiculteurs sont à la baisse. Entre 2001 et 2011, plus de 30% des producteurs ont abandonné cette production (Wessel, 2012). Cette tendance s'explique en partie par les fortes chutes des prix du café entre 1998 et 1999 et 2002 et 2003. Dans de tels contextes de prix bas, cette culture qui présente des coûts de production élevés et difficilement compressibles perd en rentabilité, d'où son abandon. Parallèlement d'autres secteurs économiques se sont développés dans le pays. En conséquent, cette production, historiquement importante, ne représente plus qu'une part très faible du PIB, 0.43%, en 2011 (Wessel, 2012). Cette activité reste tout de même essentielle pour l'emploi rural et la génération de devises.

A l'aval de la filière, se trouvent les entreprises de transformation du café. La transformation des baies des caféiers en café vert est effectuée sur le territoire par des « beneficios ». Il s'agit d'entreprises nationales et étrangères, de coopératives de producteurs et de micro-entreprise de caféiculteurs qui réalisent les traitements post-récolte du café.

Ce secteur industriel ainsi que la production agricole sont régulés par l'Etat à travers l'Institut Costa Ricain du Café (ICAFFE). Par exemple, le prix final payé aux producteurs est établi pour chaque « beneficio » par l'ICAFFE. Ce prix de liquidation est défini de façon à ce que les agriculteurs reçoivent au moins 91% du produit net. L'institution publie les prix, en colones par fanega par « beneficio », fin novembre. Les « micro-beneficios » sont soumis à la même législation.

2.1.2 Des instruments pour une production de café durable au Costa Rica

Il existe, au Costa Rica, différents instruments pour inciter à une production de café plus durable. Ils sont mis en place par des acteurs publics ou privés.

Nous avons auparavant cité l'un de ces instruments : les certifications. Il s'agit d'un instrument de type économique volontaire qui incite certaines pratiques agricoles et sociales grâce à une augmentation du prix de vente du café. Cette différence de prix, appelée premium, est payée par le consommateur final et revient au caféiculteur. En contre partie, les agriculteurs respectent un cahier des charges qui impose certaines pratiques. Le système de paiement entre ces deux types d'acteurs est facilité par les intermédiaires de la filière café. Les coopératives ou entreprises privées qui achètent le café jouent un rôle clé dans la mise en œuvre des certifications. Le contrôle du cahier des charges est assuré par les entreprises certificatrices ou d'autres organismes auditeurs reconnus par celles-ci.

Si le cahier des charges intègre des pratiques agro-environnementales, il implique alors de manière implicite le maintien ou l'augmentation des SE fournis par les SAF café. La certification est alors nommée : éco-label (Le Coq et *al*, 2012). Les critères d'évaluation et les niveaux d'exigence requis sont très variables d'un éco-label à l'autre. Rainforest Alliance exige, par exemple, une protection des rives des cours d'eau sur une largeur de 5 à 20 mètres de chaque côté du cours d'eau et un ombrage des parcelles de café avec un minimum de 40% de couverture (Jesus Crespo, 2015).

Le schéma suivant résume le fonctionnement du dispositif des éco-labels.

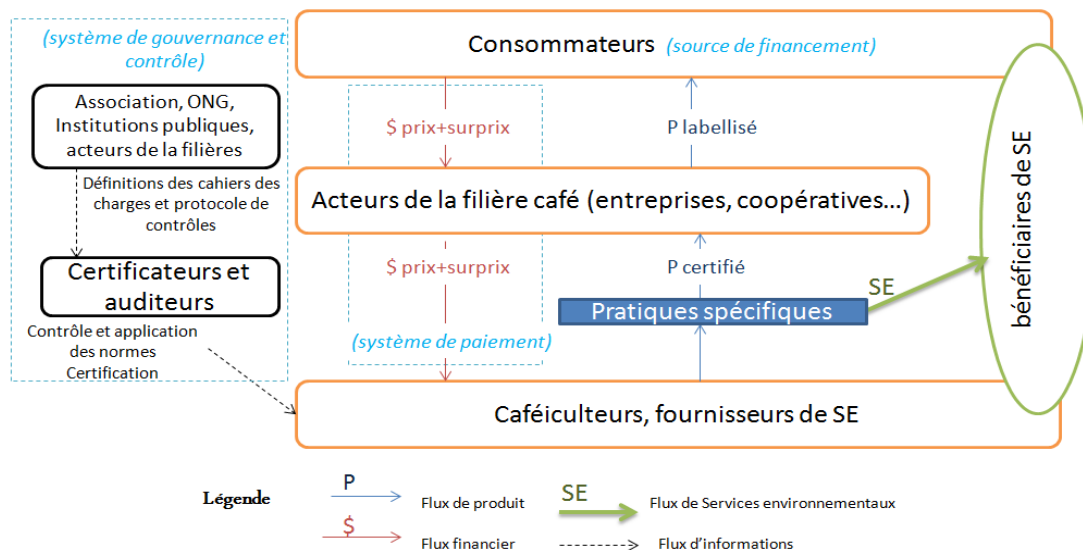


Figure 1 Dispositif des éco-labels pour la certification du café (adapté de J-F Le Coq, 2012)

Depuis 2003, les producteurs de café peuvent solliciter un autre instrument également de type économique et volontaire, mais d'origine publique, le Paiement pour Services Environnementaux (PSE). Au Costa Rica, un des paiements proposés soutient le développement de systèmes agro-forestiers. Il repose sur des contrats de cinq ans entre un agriculteur et l'Etat. Ce contrat engage le producteur à planter au minimum de 350 arbres avec une densité de 70 à 277 arbres par hectare. Des espèces d'arbres (arbres à usages multiples et arbres de bois de coupe) sont également imposées. En contrepartie, l'agriculteur

reçoit la somme totale de deux dollars par arbre d'ombrage planté. Pour bénéficier de ce programme, les titres fonciers des parcelles concernées sont requis.

Le programme de PSE du pays considéré comme pionnier au niveau international, existait déjà depuis 1997, mais ne concernait pas directement les caféiculteurs. Le financement du programme provient principalement d'une dotation des taxes sur l'importation de combustibles fossiles dans le pays et de subventions et prêts de bailleurs et d'agences internationales. La gouvernance du programme est assurée par une institution publique, le Fond National de Financement Forestier (FONAFIFO). Cette institution sélectionne les bénéficiaires et est chargée de la gestion des paiements. Il s'agit d'une entité publique, mais autonome. Le contrôle et les sanctions en cas de non respect des modalités, sont appliqués par le Système National des Aires de Conservation (SINAC). Des ingénieurs forestiers suivent aussi la création et le respect des contrats entre les propriétaires et la FONAFIFO. Le schéma du dispositif du PSE au Costa Rica reprend les différents acteurs mentionnés.

Ce dispositif et celui des éco-labels ont des caractéristiques communes de part la nature de ces instruments : incitation économique volontaire. Il est difficile de mesurer leurs impacts sur les pratiques des agriculteurs. Leurs effets sur la fourniture des SE font l'objet de controverses entre scientifiques (Le Coq et al. 2011).

A noter : un autre PSE inspiré de celui de la FONAFIFO mais plus spécifique aux SAF café est en cours d'élaboration. Ce projet, encore à l'état pilote, est mené par l'organisation agricole COOCAFE, la FONAFIFO, le centre de recherche CATIE et l'ICAFE. Il s'agit d'un paiement par unité de surface. Les conditions minimum pour le recevoir sont les suivantes : 70 arbres/ha, 3 espèces d'arbres différentes, 7 arbres en libre croissance/ha, 50% de ces arbres en libre croissance avec une taille supérieure à cinq mètres, 7 arbres/ha menacés d'extinction ou en extinction ou d'utilité pour la faune. Le paiement est de 55 USD par hectare par an, durant cinq années, avec un minimum de un hectare et un maximum d'hectare. Ce programme n'est cependant effectif.

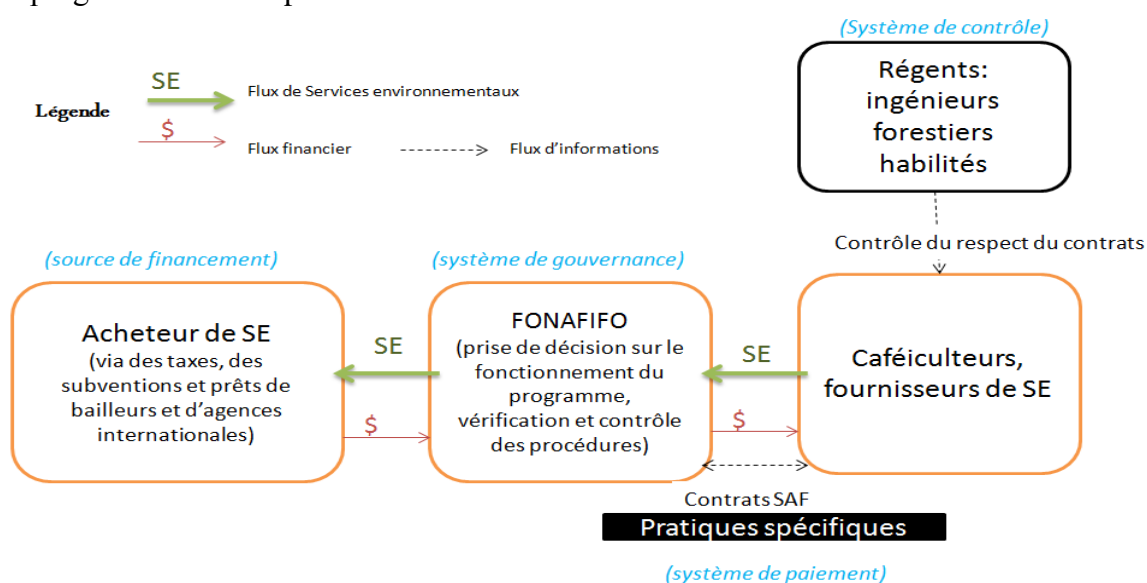


Figure 2 Dispositif du programme PES pour la modalité SAF café (adapté de J-F Le Coq, 2012)

Il existe également des instruments de régulation de type coercitif encadrés par des lois de protection de l'environnement comme la loi dite de la forêt (« Ley del Bosque No.7575 »). Cette loi en vigueur depuis 1996 impose une protection des cours d'eau. Les caféiculteurs sont tenus de ne pas produire de café à moins de 50 mètres des cours d'eau, si la pente est supérieure à 40% et à moins de 15 mètres, dans le cas contraire (Article 33 de la Loi 7575). Si la source d'eau est permanente, une protection circulaire d'un rayon de 100 mètres est requise. Si la source n'est pas permanente, le rayon est réduit à 50 mètres. Les risques encourus pour non respect de ces aires de protection sont entre trois mois et trois ans de prison et/ou une amende (Article 58 de la Loi 7575). Plus récemment, en 2014, une nouvelle loi pour une meilleure protection des cours et sources d'eau a été proposée : la loi pour la gestion intégrée de la ressource hydrique. Cette proposition présente des restrictions plus fortes à l'origine de discordes entre différents acteurs. Les controverses sur ce sujet semblent retarder sa mise en application.

Les services de conseil et de formation des institutions publiques ou du secteur privé peuvent également être considérés comme des formes d'instrument informatif volontaire de protection de l'environnement. Ils peuvent en effet intégrer une dimension environnementale.

2.2 Llano Bonito, un bassin versant spécialisé dans la production de café

2.2.1 Des conditions agro-écologiques idéales pour un café de qualité

La zone d'étude se situe dans le district de Llano Bonito. Cet espace d'environ 34 km² est inclus dans le canton de León Corte, partie intégrante de la région Valle Centrale. Cette partie du Costa Rica, au centre ouest du pays, à environ 70 kilomètres au sud de la capitale San José est souvent connue sous le nom de zone de Los Santos. Le district de Llano Bonito se trouve plus précisément au cœur du bassin versant du fleuve Pirris à environ 1400m d'altitude. Il s'agit d'une zone relativement isolée et composée de six villages habités par 2500 personnes (recensement de 2010). C'est dans cette vallée que l'Institut Costaricain d'Electricité (ICE) a construit un barrage hydro-électrique.

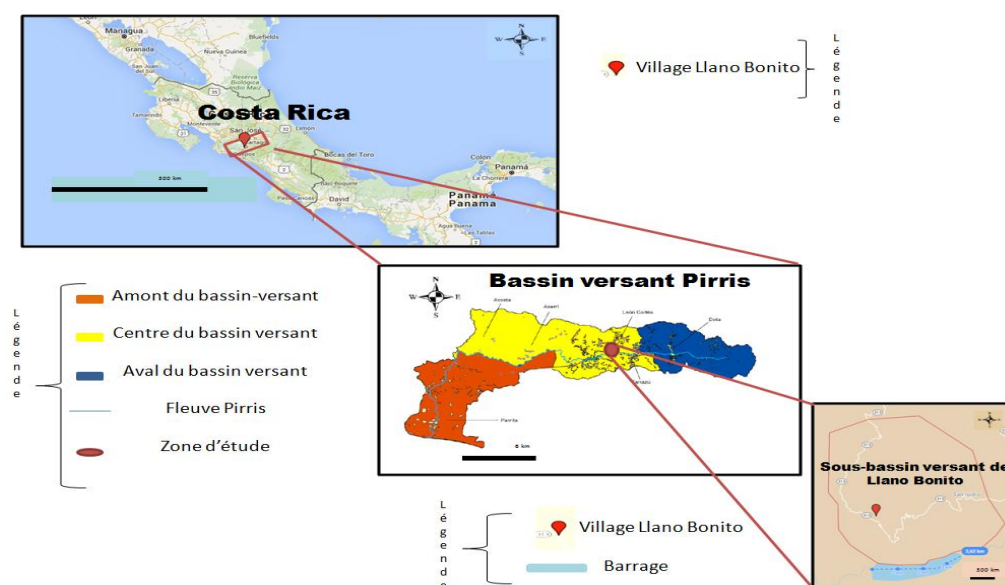


Figure 3 Localisation de la zone d'étude

Le paysage est montagneux avec des altitudes variant de 1200 à 2000 mètres. Le climat y est tropical humide avec deux saisons : la saison sèche de janvier à avril (été) et la saison des pluies de mai à décembre (hiver). Les précipitations (2730 mm /an) sont fortes et concentrées durant la saison des pluies (données 2009 de l'ICE citées dans Dhorne, 2013). Les températures sont relativement constantes avec une moyenne annuelle de 18°C (données 2009 de l'ICE citées dans Dhorne, 2013). Ces caractéristiques agro-écologiques sont favorables à la culture d'un café qualité qui est planté entre 1200 et 1800 mètres d'altitude. Cependant les reliefs très escarpés avec des pentes allant jusque 80% et la pauvreté des sols compliquent l'exploitation de ce milieu. Ces sols sont de type ultisol et donc caractérisés par des concentrations élevées en magnésium, fer et aluminium (Jesus Crespo, 2014). Ces propriétés pédologiques, les fortes pluies et les pentes abruptes favorisent l'érosion des sols et sont parfois à l'origine de glissement de terrain.

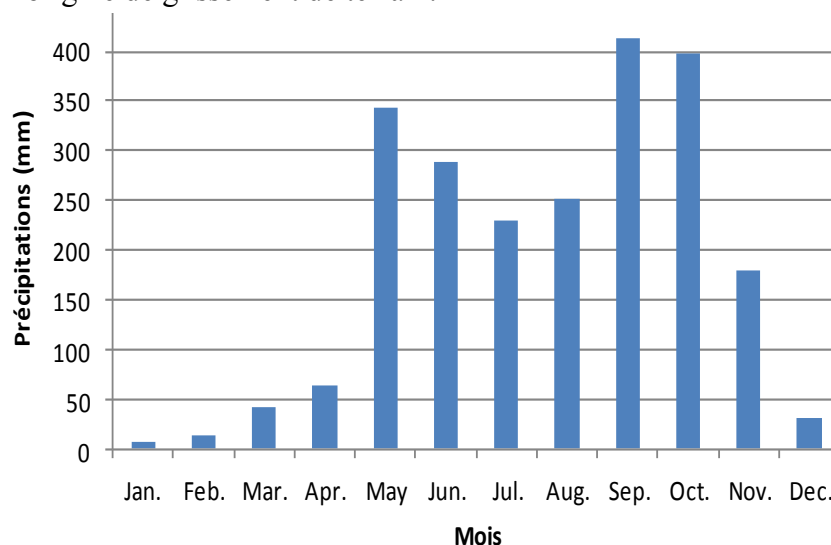


Figure 4 Précipitations moyennes (1996-2008) de la zone, en mm par mois (Warren Rafa, 2013)

2.2.2 Une société et une économie structurées par la caféiculture

L'économie de Llano Bonito dépend fortement des revenus tirés du café Arabica. Cette culture occupe 65% de la surface agricole utile du district. En terme de volume, il s'agit d'une des zones de production les plus importantes. Trente pourcent de la production de café nationale est en effet produit dans la zone de Los Santos (Valenciano-Salazar, 2010).

La culture du café structure la société et l'économie locale avec comme acteur clé, une coopérative de transformation et commercialisation du café. Effectivement, 600 caféiculteurs, soit environ 70% des agriculteurs de la zone adhèrent à cette coopérative créée en 1972 (Dhorne, 2013). Elle fournit à ses membres différents services : mise en place de point de collecte du café (« recibidor »), transformation et commercialisation du café, vente d'intrants, services financiers, conseils et formations agricoles. Ses moyens financiers et techniques sont néanmoins limités. La trésorerie de cette entreprise permet difficilement de payer l'intégralité du café aux agriculteurs avant sa liquidation et les crédits proposés sont généralement de petites sommes et de court terme. De plus, un seul ingénieur agronome doit assurer les services de conseil et formation pour les 600 membres. La coopérative rencontre également des difficultés de gestion voir de gouvernance (Communication personnelle, ingénieur de la

coopérative, 2015). A cela, s'ajoute un contexte de forte concurrence entre la coopérative et les autres acheteurs de la zone. En effet, la loi permet aux producteurs de vendre à plusieurs acheteurs. Les coopératives ne peuvent pas imposer de contrat exclusif. Les agriculteurs peuvent vendre à une autre coopérative CoopTarrazu et aux « beneficio » privé EVA, Volcafé et Orlich. Les relations entre ces différentes entreprises sont de type concurrentiel.

Cette concurrence a des impacts directs sur le fonctionnement de la coopérative et des exploitations agricoles. Pour y faire face, cette organisation professionnelle doit adapter ses services. Il y a quelques années, elle avançait aux producteurs, au moment de la réception du café 40% à 50% du prix de liquidation puis au cours de l'année elle payait la partie restante. Cependant les entreprises privées proposent des avances plus élevées, allant jusque 85% du prix final. La coopérative s'est alignée, avec ces types de paiement, afin de fidéliser ses membres. Ce système de paiement est cependant compliqué à gérer pour la coopérative dont la trésorerie est faible et l'accès aux prêts des banques traditionnelles limité.

D'autres acteurs que la coopérative et ces entreprises jouent un rôle clé dans la filière café locale, même si moins inscrits dans le territoire. Il s'agit notamment des certificateurs et de l'ICAFE. Leurs interactions avec les agriculteurs semblent limitées.

L'Institut Costaricain de l'Electricité (ICE), propriétaire et gestionnaire du barrage de la zone est également un acteur important de ce territoire. Il est à l'origine de quelques projets de formation, de distribution d'arbres et de l'appui à des groupements de femmes. Cependant, les ressources humaines pour leur mise en œuvre sont très limitées.

D'autres institutions publiques interviennent dans la zone de manière plus ou moins ponctuelle. Par exemple, l'Institut National d'Apprentissage (INA), récemment implanté, dans la zone, permet un accès facile à des formations focalisées sur la gestion administrative d'entreprise et la culture d'avocats. Le Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage (MAG) intervient lui-aussi. Un de ses ingénieurs est à l'origine de multiples petites actions de développement (projet de compost pour fertilisation organique, appui au développement des entreprises transformatrices du café,...). Le Ministère de la Santé (MINSA) veille aux bonnes conditions d'accueil des migrants (Soazic, 2013) et contrôle les entreprises transformatrices du café (Constanty, 2015). L'Institut de Développement Rural (INDER), jusque là localement peu actif, semblent initier des actions de développement, via les associations locales d'habitants. Le ministère de l'Environnement (MINAE) est peu présent dans la zone. Il semble surtout intervenir lors des dénonciations pour non respect de loi, comme lors de coupe illégale de bois (Soazic, 2013).

En dehors des emplois offerts par ces différents acteurs de la filière café, très peu d'opportunités d'embauche existent. C'est en partie pour cette raison, que les nouvelles générations quittent Llano Bonito. Les jeunes émigrent pour trouver un travail plus stable et mieux reconnu socialement en milieu urbain dans le pays ou aux Etats-Unis (Maaoui, Le Coq, 2012). La zone est ainsi devenue la première région d'émigration du pays (Caamaño, 2010). Cet exode rural explique en partie le vieillissement de la population observée (Communication personnelle, Anthropologue de l'ICE, 2015). Les dynamiques migratoires sont aussi marquées par des migrations saisonnières de main d'œuvre temporaire pour la

collecte de café. Il s'agit un élément clé pour le maintien de la production de café (Maaoui, Le Coq, 2012). Plus de 11 000 migrants viennent durant la récolte et ce nombre augmente chaque année (Rocio, 2012).

2.2.3 Un territoire marqué par une évolution des systèmes de cultures café

Le café est produit au Costa Rica depuis la colonisation. Les caféiers étaient traditionnellement cultivés sous ombrage. Cette production s'est intensifiée à partir des années 70, dans un contexte de Révolution Verte. Auparavant, l'agriculture était de type polyculture élevage avec notamment une production de maïs, de bananes et de haricots (Dhorne, 2013). Cette intensification a été possible grâce à l'arrivée de nouvelles variétés améliorées, l'usage d'intrants chimiques, le passage à la culture sans ombrage et des plantations plus denses (Ledezma, Granados, 2008). Il a été estimé que, durant les 40 dernières années, l'expansion des SC intensifs de café a engendré une réduction de 50% des systèmes de café sous ombrage (Vaast, 2005). A cette période, le paysage de Llano Bonito, qui était jusque là constitué en majorité de pâturages et de forêts, se couvre progressivement de caféiers (Dhorne, 2013). Seules quelques petites zones conservées ou trop difficiles à cultiver restent forestières. Dans ce contexte, naît la coopérative de transformation et commercialisation de Llano Bonito.

D'année en année, ce système de production conventionnel s'étend. Il rencontre cependant des limites, telles qu'une augmentation des pressions phytosanitaires et une baisse progressive des rendements. La diminution de la production peut s'expliquer par un non renouvellement des pieds âgés et la détérioration des sols épuisés, acidifiés et érodés. A partir des années 80, dans un contexte national de crise économique, certains agriculteurs confrontés à ces limites quittent la zone pour la capitale ou les Etats-Unis (Maaoui, Le Coq, 2012). Pour compenser la perte de main d'œuvre familiale, l'emploi de main d'œuvre saisonnière durant la période de récolte de café se développe (Maaoui, Le Coq, 2012). Des costaricains du sud, des indiens Ngahe du Panama et de Nicaraguayens immigrent temporairement chaque année.

Dans les années 90, les mouvements écologistes internationaux et la société civile dénoncent les impacts environnementaux de ce modèle de développement agricole. Les discours environnementalistes se développent et soulignent la gravité des problématiques comme la perte de biodiversité, la déforestation, la pollution de l'eau, l'érosion... Les acteurs de la filière café changent progressivement de discours et encouragent la réduction des doses d'herbicide et les pratiques de protection des sols (Laffourcade, 2012). Les organismes certificateurs intègrent alors des composantes environnementales dans leurs cahiers des charges (Laffourcade, 2012). Pour qualifier cette dynamique, le terme pression environnementaliste est utilisé. Il s'agit de "discours ou actions qui promeuvent la protection de l'environnement et/ou qui décrivent les actions à mener pour y parvenir" (Sibelet cité dans Dhorne, 2013).

A partir de 1998 et jusque 2005, l'offre mondiale en café est bien supérieure à la demande et les prix du café chutent. Le niveau de vie des agriculteurs de la zone baisse et certains sont contraints de s'endetter ou de vendre des terres. Pour faire face à cet aléa économique, la coopérative de Llano Bonito fait certifier sa production commerce équitable

et, plus tard, « Café Practise », label de l'entreprise Starbucks. Ces certifications assurent aux producteurs un prix minimum. Au fur et à mesure des années, sous l'influence des pressions environnementalistes des différents acteurs, des agriculteurs mettent en œuvre des pratiques plus raisonnées, comme un usage moindre d'herbicides et le développement de systèmes plus ombragés. Au début des années 2000, que le Guineo (bananier) est par exemple introduit dans les plantations comme arbre d'ombrage (Laffourcarde, 2012). Des agriculteurs tentent également de diversifier leurs productions en plantant des avocatiers (Laffourcarde, 2012). En 2008, une cinquantaine d'agriculteurs créent, à Llano Bonito, une association de producteurs d'avocats. La culture d'avocat est cependant progressivement délaissée, les prix du café ayant remonté (Laffourcarde, 2012).

En 2000, la vallée est sélectionnée pour le Projet PIRRIS, projet de construction d'un barrage hydro-électrique pour l'Institut de l'Electricité du Costa Rica. Ce projet génère 2000 emplois locaux et constitue une alternative temporaire mais importante à la culture du café pour les populations locales (Maaoui, Le Coq, 2012). Depuis 2011, le barrage est en service.

Enfin, il est important de relever que ces dix dernières années le contexte est favorable au développement de « micro-beneficios » dans les exploitations agricoles. La tendance est à l'augmentation du nombre de ces ateliers de transformation. Différents facteurs peuvent expliquer cette situation. D'une part, les baisses de prix du café poussent les agriculteurs à chercher des alternatives pour mieux valoriser leur production. D'autre part, la demande pour des cafés de haute qualité est à la hausse et l'offre en technologie pour la transformation du café à petite échelle se développe. De plus, le MAG accompagne, depuis peu, les agriculteurs de la zone pour monter ce type de projet. Le café des « micro-beneficios » s'adresse à un marché de niche. Il est donc vendu, à des exportateurs spécialisés, tel que Exclusif Coffee. La rareté et la qualité de leur produit permettent de le vendre à des prix plus élevés que ceux de la zone. Certaines de ces petites entreprises arrivent à négocier les prix les plus élevés de la planète. Cette réduction du nombre d'intermédiaires de la filière et cette différenciation du café par sa qualité sont impossibles avec les coopératives.

2.2.4 Des enjeux socio-économiques et agro-environnementaux à maîtriser

Les agriculteurs de la zone sont aujourd'hui confrontés à une multitude de nouveaux défis et doivent s'adapter à un contexte complexe et incertain. Cette partie résume les problématiques à l'origine de cette situation.

2.2.4.1 Problématiques agro-environnementales

Le futur de ce territoire est menacé par des problématiques environnementales liées à la culture du café. Pour assurer la durabilité de la production, les agriculteurs doivent apprendre à prendre en compte de nouveaux facteurs dans la gestion de leurs parcelles : la conservation des sols, de la biodiversité et des ressources hydriques. En effet, la qualité de leurs sols se dégrade du fait de l'érosion, des glissements de terrain et de leur acidification par sur-fertilisation. Les reliefs très escarpés des parcelles de café et les fortes pluies contribuent à l'accentuation de ces phénomènes. En fonction des conditions climatiques, les pertes de sédiments annuelles varient entre 200 et 2000 kg/ha/an (Villatoro, 2014). Certains agriculteurs en utilisant des doses élevées d'urée participent aussi à l'acidification des sols. Or plus les

sols sont acides, plus l'absorption des nutriments du fertilisant par la plante est limitée et plus les sols sont érodables. D'autre part, les ressources hydriques de la zone sont de plus en plus polluées. Les transferts de nitrate issus des fertilisants par érosion et la lixiviation des substances des déchets de la transformation du café sont à l'origine de cette contamination. A cela s'ajoute l'homogénéisation du paysage, véritable menace pour la biodiversité de la faune et de la flore locales.

Ces problématiques environnementales peuvent engendrer à terme des conséquences économiques pour les agriculteurs, telle qu'une baisse de revenus tirés de la caféiculture. Cette baisse s'explique d'une part par une diminution progressive des rendements liée à l'érosion et d'autres parts par la perte de pieds de café lors des glissements de terrain. Ces phénomènes ont également des impacts économiques indirects. Le fonctionnement du barrage hydro-électrique est, par exemple, mis en péril par les sédiments issus de l'érosion qui s'accumulent dans son bassin. La pollution azotée favorise aussi l'eutrophisation des eaux du barrage. Dans le futur, si la tendance ne s'inverse pas, L'ICE devrait nettoyer et vider plus fréquemment le bassin, si elle souhaite continuer à produire de l'électricité. Le barrage sera-t-il alors toujours rentable ?

Les agriculteurs sont également soumis à des difficultés liées au climat. Il s'agit d'aléas comme des épisodes pluvieux violents, mais aussi plus globalement d'une tendance au réchauffement des températures. Ils doivent adapter leurs calendriers de travail et leurs pratiques en fonction de cette variabilité climatique.

Le tableau de la page suivante reprend ces différents problèmes et met en avant les enjeux agro-environnementaux associés.

2.2.4.2 Problématiques socio-économiques

Les exploitations de la zone sont soumises à différentes dynamiques d'ordres socio-économiques qui les fragilisent.

D'une part, l'émigration de certains membres des familles et le vieillissement des chefs d'exploitation, dont la relève n'est pas assurée, déstabilisent parfois les structures productives. Ces processus peuvent, en effet, compliquer la gestion de l'exploitation sur les plans organisationnel comme économique.

D'autre part, les coûts de production ont tendance à augmenter. Une situation qui s'explique, en partie, par une baisse généralisée des rendements, qui pousse les agriculteurs à utiliser plus de fertilisants et par une hausse des pressions phytosanitaires, qui les obligent à réaliser plus de traitements fongiques. L'augmentation des coûts de la main d'œuvre, ces dernières années, contribue également à cet accroissement des coûts de production.

Pour finir, même si les prix de vente du café de la zone sont supérieurs à ceux du marché international, les agriculteurs ont du mal à rentabiliser leurs activités. Quand bien même un prix minimum leur est assuré, grâce aux certifications, ils restent sensibles aux fluctuations des prix du marché. La différenciation du café, grâce aux certifications et à la réputation de la zone ne semblent donc pas suffire pour assurer des prix stables et

économiquement intéressants. Depuis 10 ans, une dénomination d'origine « café Tarrazu » est en cours d'élaboration, afin d'éviter les fraudes actuelles et encore mieux valoriser ce produit (Communication personnelle, Ingénieur de la coopérative Llano Bonito, 2015). Néanmoins les rivalités entre acteurs freinent ce processus et sont la preuve de la difficulté à mettre en place une action collective.

Problématiques		Causes	Conséquences	Enjeux
EROSION GLISSEMENT TERRAIN	ET DE	Peu de couverture des sols	Appauvrissement des sols	Contrôler l'érosion des sols et limiter les risques de glissement de terrain
		Nature des sols	Perte de pieds de café	
		Fortes pluies concentrées sur des courtes périodes	Remplissage progressif par des sédiments du bassin du barrage	
APPAUVRISSEMENT DES SOLS		Erosion	Baisse des rendements	Augmenter et maintenir la fertilité des sols aujourd'hui appauvris
		Acidification des sols par une sur-fertilisation	Augmentation des doses de fertilisants chimiques et donc des coûts de production	
		Monoculture depuis de nombreuses années		
POLLUTION AZOTÉE		Doses élevées en fertilisants azotés	Eutrophisation dans le bassin du barrage	Contrôler la pollution azotée des eaux
		Erosion	A terme potentiel problème de qualité de l'eau potable	
		Acidité des sols		
PERTE BIODIVERSITÉ	DE	Monoculture café prédominante sur l'ensemble du territoire	Disparition ou diminution de populations d'espèces végétales et animales	Améliorer la biodiversité
RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE			Plantes plus fragiles	Adaptation au changement climatique.
			Impossibilité de fertiliser car manque d'humidité	

Tableau 1 Enjeux agro-environnementaux de la zone (Auteur)

3 Méthodologie

3.1 Cadre conceptuel

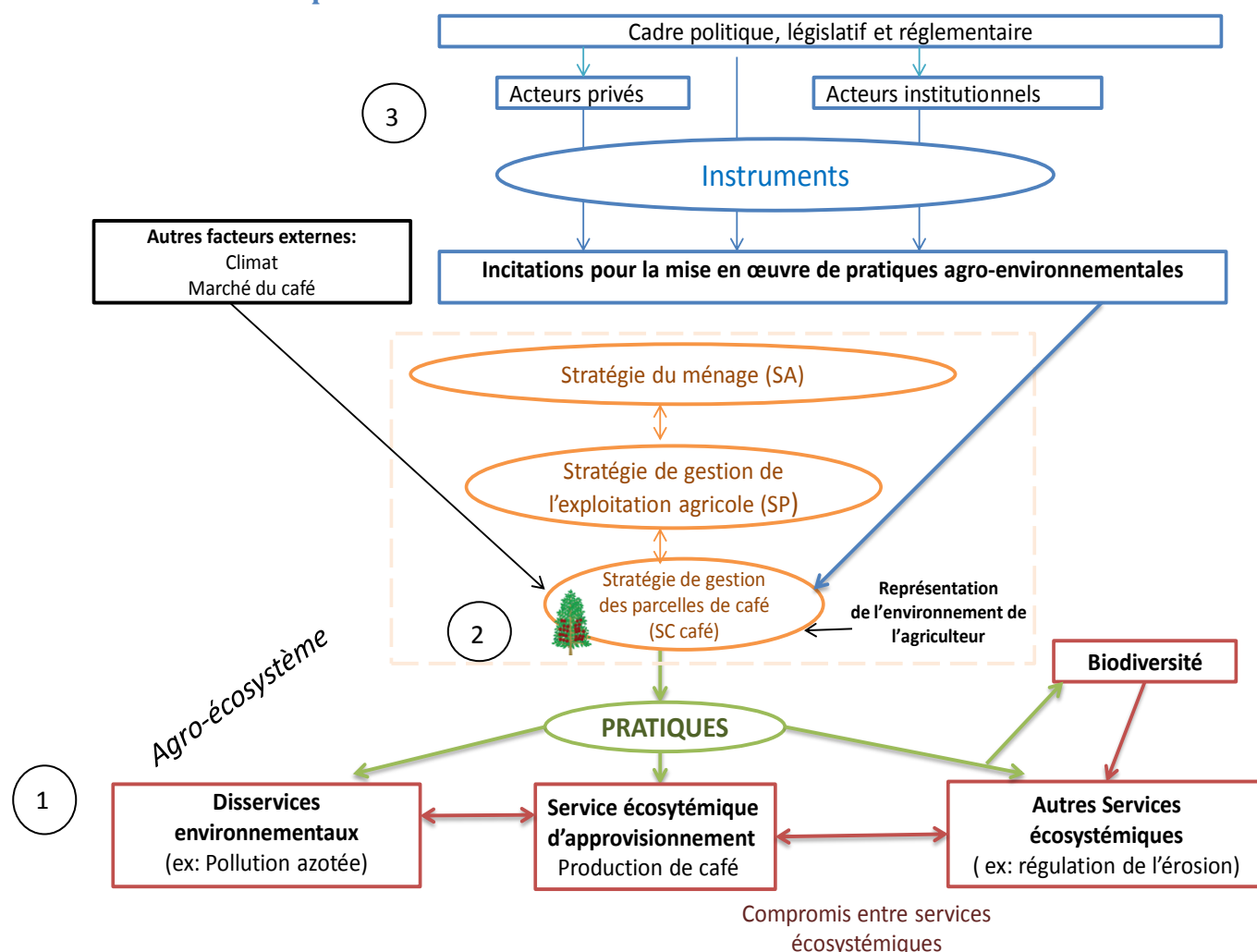


Figure 5 Grille d'analyse pour l'identification d'instruments permettant une amélioration des compromis entre SE fournis par les SAF café (Auteur)

A la lumière des concepts théoriques de la bibliographie et de l'analyse du contexte, la grille d'analyse suivante a été construite. Elle représente la chaîne causale de l'implémentation d'un instrument pour l'incitation de pratiques agro-environnementales à la fourniture de SE et offre ainsi une vision synthétique des objets et acteurs impliqués par la problématique du stage. Ce schéma met également en évidence l'importance du contexte et le rôle clé des acteurs à l'origine des instruments. Les différents concepts et approches mobilisés par cette grille ont été organisés en trois niveaux d'étude annotés sur la grille d'analyse : les services écosystémiques des SAF café à la base du schéma, les systèmes d'activités des ménages de caféiculteurs au cœur de l'agro-écosystème et finalement les instruments d'incitation.

3.1.1 Premier niveau d'étude : les services écosystémiques des SAF café

Un des objectifs du stage est d'évaluer les SE fournis par les différents SC café.

Le concept de services écosystémiques a d'abord été développé par des écologues, dans les années 70, puis repris ces dernières années en économie de l'environnement. Plusieurs classes de SE existent :

- les services de régulation, qui régissent certains processus écologiques comme le climat et le cycle de l'eau ;
- les services d'approvisionnement, qui correspondent aux biens produits par les écosystèmes et que les Hommes consomment ;
- les services culturels définis comme les avantages non matériels découlant des écosystèmes ;
- les services d'appui relatifs aux processus naturels nécessaires à la production de tous les autres SE (Bonnal et al., 2012).

Les SE de régulation et de support des SAF café peuvent être regroupés sept catégories : approvisionnement en café ; cycle et stocks de carbone ; cycle et stocks d'eau ; cycle des nutriments ; stabilité des sols et fertilité ; régulation des bioagresseurs ; biodiversité fonctionnelle (Document principal du projet SAFSE, 2012). En effet, les SAF contribuent à la conservation des sols en limitant leur érosion et favorisent la recharge des aquifères (Gomes et al., 2011 cité dans Document principal du projet SAFSE, 2012). De plus, leur strate arborée augmente la connectivité des paysages forestiers et fournit un habitat pour la faune (Vaast et al. 2005 cité dans Document principal du projet SAFSE, 2012). Ces systèmes génèrent aussi un service d'approvisionnement, la production du café. Ils peuvent également fournir des disservices, c'est-à-dire des externalités environnementales négatives. La pollution azotée des eaux et la perte de biodiversité en sont des exemples.

Au vu de la diversité des SE fournis par les SAF, on peut parler de bouquet de services. Il existe des interactions entre ces SE (Power, 2010). L'accroissement de SE d'approvisionnement en produits agricoles a souvent des effets négatifs sur les services de régulation, d'où la notion de compromis (« trade-offs ») dans la fourniture de SE. On s'intéressera dans ce stage aux pratiques permettant des compromis entre ces deux types de SE et une réduction des disservices.

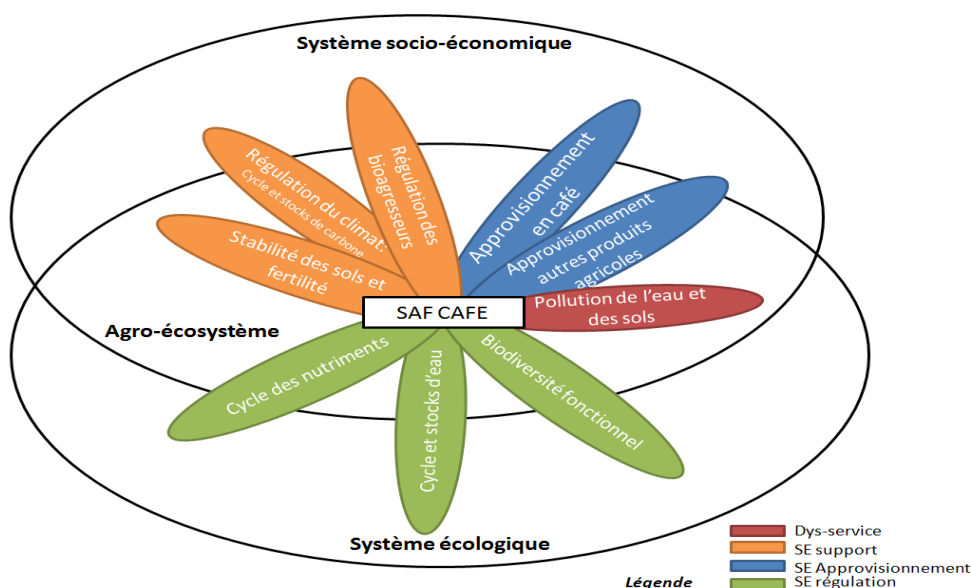


Figure 6 Bouquet de SE fournis par les SAF café au sein d'un agro-écosystème (Auteur)

Afin d'appréhender ce lien entre pratiques et fourniture de SE et disservices, l'échelle d'étude choisie est celle de l'agro-écosystème. Elle peut être définie comme un espace d'interaction entre l'homme, ses savoirs et ses pratiques et la diversité des ressources naturelles.

3.1.2 Second niveau d'étude : les systèmes d'activités des ménages de caféiculteurs

Une approche compréhensive et systémique des modes d'exploitation du milieu a été adoptée. Elle s'intéresse au fonctionnement et à l'organisation des systèmes de culture (SC), d'élevage, de production (SP) et d'activités (SA), ainsi qu'au contexte, dans lequel ils évoluent. Ces concepts permettent de structurer et restituer les différents types de données collectées sur les pratiques agricoles et les stratégies des producteurs.

L'agriculteur au cœur de ces systèmes prend des décisions en fonction de ses stratégies exprimées ou non, ses motivations, ses représentations, les ressources à sa disposition et l'environnement qui l'entoure (Gasselin et al., 2014). Ces décisions impactent le système d'activités et en conséquence la fourniture en SE des SC café.

L'approche permet ainsi de comprendre, comment les agriculteurs combinent plusieurs activités et pratiques agricoles, quelle est la rationalité de leurs pratiques et quelles sont les contraintes technico-économiques auxquelles ils sont confrontés (H. Cochet, S. Devienne, 2006). Les performances économiques et la fourniture de SE peuvent aussi être évaluées, grâce à cette approche. Ces analyses ont permis l'identification des pratiques permettant une fourniture de SE accrue et les conditions nécessaires pour les mettre en œuvre.

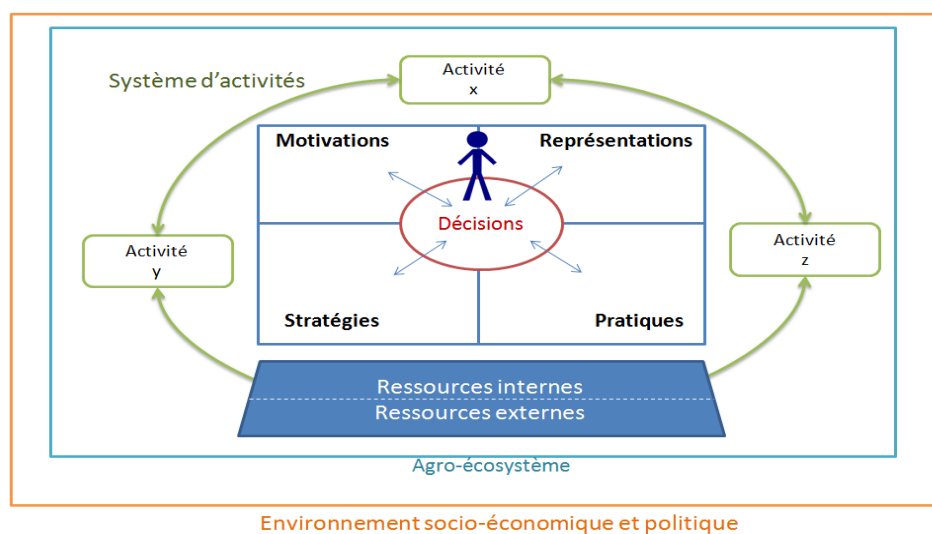


Figure 7 Prise de décisions des agriculteurs au sein des systèmes d'activités (adapté de P. GASSELIN et al., 2014)

Dans notre étude, l'influence des représentations des agriculteurs a aussi été prise en compte. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux représentations de l'érosion et de la lutte contre ce phénomène.

Pour cela, la théorie de justification de Boltansky et Thevenot (1991) a été mobilisée. En effet, cette théorie sociologique peut être appliquée, au champ de la protection de l'environnement, pour comprendre les différentes représentations de ce dernier (Godard, 2004). Elle repose sur l'hypothèse suivante : les Hommes sont capables d'analyser les situations, dans lesquelles ils se trouvent pour prendre des décisions. Selon Boltansky et Thévenot, ces choix s'accompagnent d'un argumentaire. Ces sociologues classent ces argumentaires en différents registres de justification, aussi appelés mondes. Six types de registre sont décrits : registre marchand, industriel, civique, domestique, de l'opinion et de

l'inspiration. Un individu peut mobiliser plusieurs registres. Dans ce cas, il doit chercher des compromis entre des logiques, qui s'opposent en les intégrant dans un ordre plus large (Botanski, Thévenot, 1992). Il construit donc un nouveau monde à partir de deux ou plusieurs existants (Godard, 2004).

Ces mondes sont caractérisés, selon plusieurs critères, dont notamment les principes supérieurs communs, les formules d'investissement et les formes de l'évidence. Le principe supérieur commun est l'argument principal de l'individu, celui qui justifie sa position et donc sa stratégie. La formule d'investissement est le moyen nécessaire ou le prix à payer pour la réaliser. Les formes de l'évidence sont le type de preuves, qui ont pour l'individu de la valeur. Le tableau suivant reprend quelques principes de cette théorie appliqués à notre sujet d'étude.

Tableau 2 Les différents registres de justification de la théorie de Boltansky et Thevenot appliqués à la représentation de la lutte contre l'érosion

<i>Pourquoi lutter contre l'érosion ?</i>	<i>Inspiration : Esthétique de la parcelle</i>	<i>Domestique : Famille de l'agriculteur</i>	<i>Opinion : Opinions des autres agriculteurs</i>	<i>Civique : Bien-être de la communauté</i>	<i>Marchand : Accès à des financements</i>	<i>Industriel : Productivité de la parcelle</i>
Principe supérieur commun	Se soustrait à la mesure	Relations personnelles <i>Futur des enfants</i>	L'opinion des autres	Prééminence des collectifs	Concurrence	Objet technique, méthode scientifique, efficacité, performance <i>Rendement en café</i>
Formule d'investissement ou risque à payer	Risque	Devoir <i>Devoir de transmission de l'exploitation</i>	Renonce au secret	Renonce au particulier, solidarité	Opportuniste	Investissement, progrès
Forme de l'évidence	Certitude de l'intuition	Exemple	Succès, être connu <i>Réputation dans la communauté</i>	Texte de loi	Argent, bénéfice <i>Premium ou PSE</i>	Mesure

3.1.3 Troisième niveau : les instruments d'incitation

L'approche proposée repose sur l'hypothèse que des instruments sont indispensables pour accompagner les agriculteurs dans le changement de leurs pratiques. Par instrument, on entend un dispositif qui vise la mise en œuvre de règles pour la protection et la conservation de l'environnement. Ce type dispositif doit, en effet, inciter les agriculteurs à réaliser certains changements de pratiques. Un instrument peut faire partie d'une politique de conservation de l'environnement plus large (Ring, Schroter-Schlaack, 2011). La combinaison d'instruments, qui constitue cette politique, est appelée « policy mix » en anglais. Chacun des instruments mis en œuvre joue alors un rôle spécifique, pour apporter une valeur ajoutée au « mix ».

Ring et C. Schroter-Schlaack classent les instruments de politique environnementale en trois catégories : des instruments réglementaires, des instruments économiques et des instruments volontaires et informatifs. Les instruments réglementaires ont pour but de contraindre les comportements générant des externalités environnementales négatives, sous

peine de sanctions. Les instruments économiques agissent différemment. Ils servent à internaliser les coûts des externalités négatives ou, au contraire, à rémunérer les producteurs pour les externalités positives qu'ils créent. Pour cela, une valeur marchande est donnée aux activités nuisibles et/ou favorables à l'environnement. Ces instruments peuvent être basés sur le marché ou être strictement publics. Contrairement aux instruments de type réglementaire et économique, les instruments volontaires ne sont ni contraignants ni imposés. Ils reposent sur un engagement volontaire des individus. Dans ce cas, les objectifs environnementaux vont au-delà de la conformité réglementaire. Le tableau suivant donne quelques exemples d'instruments et le type d'incitations associées.

Tableau 3: Instruments et incitations visant à améliorer la provision de SE (adapté de Ring et Schroter-Schlaack, 2011)

Exemples d'instruments	Incitations
<i>Instruments de régulation</i>	
Régulation directe et aménagement du territoire (zonage, mise en défends, etc.)	Coercition
<i>Instruments économiques</i>	
Taxes et impôts environnementaux	Taxes et impôts
Abaissement de taxes et d'impôts	Eviter des amendes
Transferts fiscaux "écologiques"	Paielements
Subventions environnementales	
Paielements de l'Etat pour services environnementaux (PSE)	Paielements et contrats/accords
Paielements basés sur le marché (privés) pour services environnementaux (PSE)	
<i>Instruments volontaires et informatifs</i>	
Formation-éducation	Informations
Certification	Régulation de l'accès au marché sur la base d'une bonne réputation

Au-delà de cette classification, les instruments peuvent être décrits selon plusieurs critères : leur mode de gouvernance et de financement, le ciblage de la population et de la zone visées, la conditionnalité de l'incitation et, dans certains cas, le mode de paiement et mode de renouvellement des contrats. Le ciblage des bénéficiaires est un élément clés, dans la conception des instruments. Différents types d'acteurs peuvent être ciblés :

- ceux qui décident d'adopter un code de conduite permettant de conserver l'écosystème ;
- ceux qui ont des comportements affectant négativement l'écosystème ;
- ceux qui ont des comportements affectant positivement l'écosystème ;
- ceux qui respectent les règles qui conservent l'écosystème ;
- ceux qui décident d'adopter un accord volontaire permettant de conserver l'écosystème (Ring, Schroter-Schlaack, 2011).

Si l'instrument étudié fait partie d'un « policy mix », il est également important de caractériser les rôles de l'ensemble des instruments, qui le constituent mais aussi leurs liens. Ces relations inter-instrument peuvent être de différentes natures : synergie, conflit, complémentarité (par exemple, instrument compensant les faiblesses d'un autre), (Ring, Schroter-Schlaack, 2011).

Une fois des instruments ou plus globalement un « policy mix » bien caractérisés, il est possible de les évaluer. Pour se faire, des indicateurs classiques sont utilisés, tels que l'efficacité, l'efficience, la durabilité et les impacts socio-économiques. Dans le cadre de notre étude, l'efficacité est définie comme la capacité du mécanisme à maintenir ou améliorer la fourniture de SE. L'efficience est entendue comme le rapport entre la valeur du service environnemental et les coûts qu'il faut mobiliser pour le produire. Quant à la durabilité, elle intègre différentes dimensions. Il s'agit à la fois de la durabilité des résultats environnementaux obtenus, la durabilité financière du dispositif et la durabilité institutionnelle (Le Coq, Soto, Hernandez 2011). D'autres critères sur la conception du dispositif sont à prendre en compte. On peut citer par exemple la légitimité, l'équité et la cohérence avec le contexte *légal*, politique et institutionnelle. La crédibilité et l'acceptabilité du dispositif sont aussi des éléments centraux pour le bon fonctionnement d'instrument de ce type. Ils peuvent donc aussi faire l'objet d'évaluation. S'il s'agit d'instrument potentiel, on parlera également de faisabilité.

D'autres indicateurs, plus spécifiques au domaine des politiques environnementales, sont également intéressants, pour évaluer ces politiques. On peut notamment citer l'« additionnalité » environnementale, c'est-à-dire la capacité du dispositif, à induire des changements, qui n'existerait pas sans incitation. En cas de non-additionnalité, on parlera d'effet d'aubaine, c'est-à-dire que les agriculteurs auraient, de toute façon, agit ainsi, même sans incitation. Un des points d'attention des évaluations d'instruments de politique environnementale concerne les possibles « effets de déplacement » (ou leakage effects en anglais), selon lesquels un disservice n'est pas éliminé du fait d'une politique, mais simplement déplacé hors de la zone, où s'apprécie l'impact. Un autre risque à considérer est celui d'éviction (ou « crowding out » en anglais), voir de chantage écologique. Dans ce cas, l'instrument entraîne chez ses bénéficiaires une remise en cause des motivations intrinsèques, qu'ils avaient pour protéger l'environnement (Engel, Vatn). Le schéma suivant reprend notre définition d'instrument et de « policy mix ».

Dans le cadre de notre étude, nous avons caractérisé et évalué, selon certains des critères précédemment cités, les instruments existants et potentiels, qui ont été identifiés.

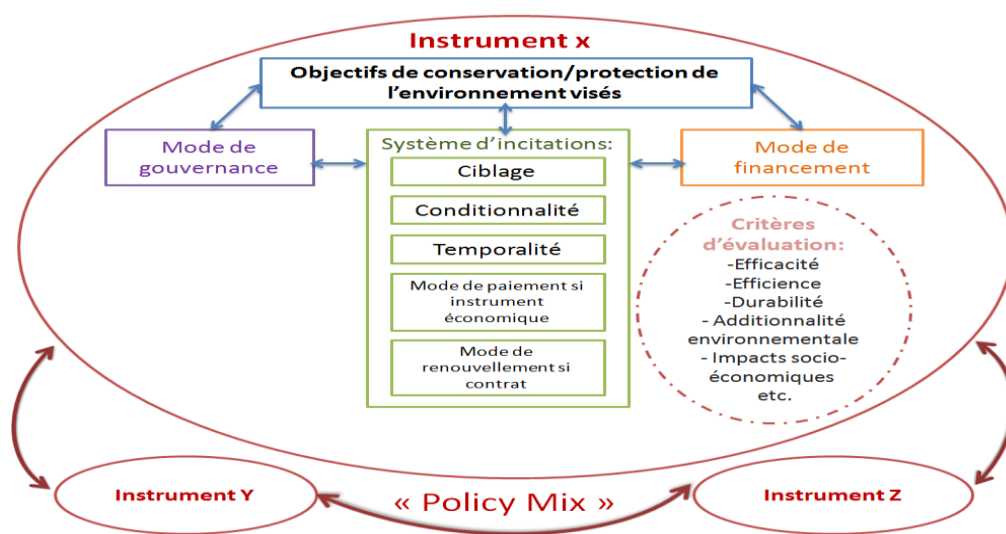


Figure 8 Instruments et "policy mix"(Auteur)

3.2 La mobilisation des informations : de l'enquête au jeu de rôle

Différentes méthodes de collecte des données ont été mobilisées durant cette recherche. Une revue bibliographique a permis d'acquérir des bases sur le fonctionnement des SAF caféiers et leurs fournitures de SE. La littérature a aussi servi à s'informer sur le contexte de la zone d'étude et à comprendre les instruments d'incitation existants et les concepts associés. Elle a également été utile à la construction de la méthodologie et plus spécifiquement du jeu de rôle.

Cependant, ces lectures n'ont pas permis de caractériser les dynamiques agro-écologiques et leurs représentations par les agriculteurs. De plus, très peu d'informations sur les SA et les stratégies des agriculteurs étaient apportées. Or ces données étaient essentielles pour répondre à notre problématique. La réalisation d'enquêtes semi-directives et compréhensives d'agriculteurs s'est donc imposée comme une étape incontournable. Néanmoins, ces enquêtes n'ont pas conduit de manière directe à l'identification et au test d'instruments. Plusieurs guides d'entretiens ont été testés avant d'arriver à une proposition finale. Malgré cela, les questions posées restaient trop abstraites. Les enquêtés avaient du mal à se projeter dans un monde fictif, où on leur proposait des instruments ou des services pour appuyer des changements de pratiques. De plus, les agriculteurs ne réalisant généralement pas de comptabilité, demander des données chiffrées précises telles que l'« acceptation à payer » (ou « willingness to pay » en anglais) paraissaient totalement impossibles. Déstabilisés par des questions trop vagues ou trop compliquées, certains répondaient des chiffres plus ou moins au hasard ou acceptaient sans trop réfléchir les propositions faites par l'enquêteur. Le jeu de rôle et des entretiens exploratoires d'acteurs du territoire et d'institutions ont permis de contourner ces difficultés.

Les entretiens ont servi à mieux comprendre les instruments existant. Sur la base de ces résultats et des analyses des SA et SC café, des instruments potentiels ont été identifiés. Les indicateurs présentés antérieurement ont été utilisés pour les caractériser.

Finalement, grâce au jeu, une évaluation de ces instruments a été possible. Le jeu consiste à faire jouer les agriculteurs enquêtés pour simuler des règles d'incitation. Il est à la fois une simplification de l'agro-écosystème et un univers fictif, où les instruments sont testés. Cette approche de simulation participative permet une mise en situation dans un environnement virtuel, dans lequel les joueurs peuvent dépasser leurs cadres d'analyse habituels (Dionnet, 2014). Les participants agissent, observent les effets de leurs actions et les ajustent. Ils se projettent ainsi plus facilement qu'avec de simples questions d'enquête. Une exploration expérimentale des processus de prises de décision est donc possible par cette méthode.

La région de Los Santos, et plus particulièrement le district de León Cortes, ont été choisis, pour mettre en œuvre cette démarche. Il s'agit en effet d'un des terrains de recherche prioritaires du PCP. La zone, qui a été sélectionnée pour cette recherche, est plus précisément le sous-bassin versant de Llano Bonito. Ce choix se justifie par la présence du barrage de l'ICE dont la durée de vie utile est menacée par l'eutrophisation et la sédimentation liée à l'érosion. De plus, selon une étude de l'ICE, il s'agit d'une des zones du bassin-versant Pirris, les plus sensibles à l'érosion et sujettes aux glissements de terrain. Les délimitations du sous-

bassin versant sont celles du plan de gestion du bassin-versant de l'ICE (Annexe 1). Cette institution a cartographié l'ensemble du bassin en sous-bassins, selon des critères liés à l'environnement, l'organisation de l'espace, la société, les infrastructures, l'économie locale et les menaces naturelles.

Les cinq mois de terrain ont été divisés en trois phases de travail. Le 1^{er} mois était une phase de préparation et formation. La littérature sur les points précédemment cités a été revue. Un atelier de formation de quatre jours sur la méthode du jeu de rôle a aussi été organisé. L'ensemble de l'équipe du projet SAFSE du Costa Rica et du Nicaragua était alors présent. Durant cet atelier, la méthode WAT-A-GAME de l'Irstea nous a été présentée par Nils Ferrand. Pendant cette même période, les enquêtes d'acteurs du territoire et d'institutions ont été menées (Annexe 2).

La seconde phase du stage de deux mois et demi était dédiée aux enquêtes de caféiculteurs et à leurs analyses. Un important travail de préparation a alors été nécessaire pour créer les supports d'enquêtes à partir d'un matériel de base (cartons, post-it...). Cette étape du stage a aussi été l'occasion de participer à des activités de la coopérative et des universités costaricaines (formations, diagnostic social, réunion de chercheurs) pour mieux comprendre le contexte de la zone (Annexe 3).

Finalement, à partir des apprentissages des deux premières étapes, des prototypes puis la version définitive du jeu de rôle ont été conçus en deux semaines. Pour cela, différentes réunions de co-construction et de test du jeu ont été nécessaires. Comme pour la conception du matériel d'enquête, la création du jeu a nécessité du matériel de base (perles, dés...). Durant une semaine, des sessions de jeu ont été organisés. Les résultats de ces simulations ont été analysés dans les deux semaines suivantes.

La dernière phase, réalisée au mois de septembre et d'octobre, a été mise à profit pour analyser statistiquement les résultats et rédiger ce mémoire. Les logiciels FAOSTAT et SPSS ont été utilisés pour l'analyse des données.

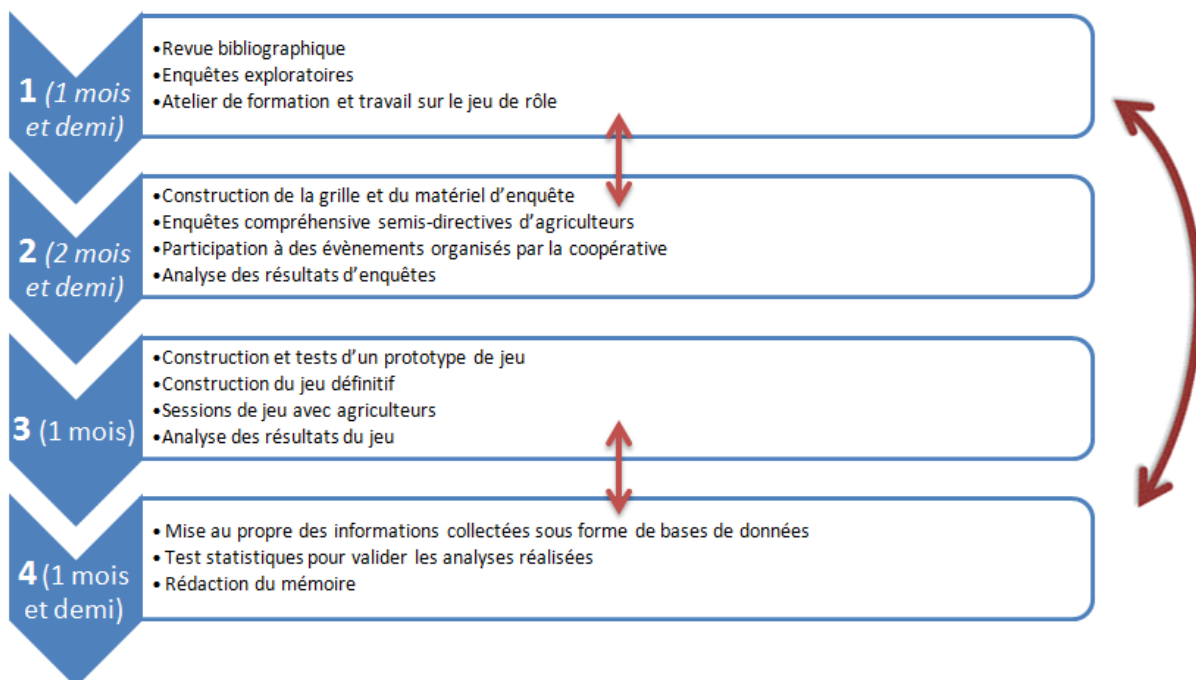


Figure 9 Démarche mise en œuvre durant le stage (Auteur)

Les sous-parties suivantes détaillent comment les méthodes d'enquêtes d'agriculteurs et le jeu de rôle ont été préparés puis mis en pratique.

3.3 Une méthode d'enquête participative et interactive

Trente enquêtes d'agriculteurs de deux à trois heures et demie ont été menées. Les objectifs des enquêtes d'agriculteurs étaient les suivants :

- caractériser les SA et les SC-café ;
- comprendre les stratégies des caféiculteurs et leurs conséquences sur le plan environnemental ;
- identifier les conditions de mise en place de certaines pratiques agro-environnementales ;
- évaluer la connaissance des agriculteurs sur les instruments existants ;
- discuter de potentiels nouveaux instruments et plus particulièrement de PSE, et tester la réaction des agriculteurs à ces propositions.

Ces enquêtes sont semi-directives. Pour faciliter l'échange avec l'enquêté et favoriser son attention, des supports ont été créés. Il s'agit d'interfaces ludiques entre enquêtés et enquêteurs.

Un échantillonnage raisonné a été construit, avec l'aide de l'ingénieur agronome de la coopérative et sur la base des travaux déjà réalisés dans la zone. Une représentation de la diversité des situations a été recherchée, en fonction notamment des critères suivants : taille des exploitations, activités autres que le café, commercialisation du café, âge des agriculteurs, localisation des ménages et la présence ou non de « micro-beneficio ».

Durée	Phases de l'enquête	Sujets abordés
5min	1/ Présentation de l'enquêteur et de l'enquêté	<ul style="list-style-type: none"> • Cadre du stage • Objectifs des enquêtes, confidentialité • Nom, prénom, âge, niveau d'étude de l'agriculteur, personnes dans le foyer
20-40 min	2/ Cadre spatiale	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de l'exploitation • Description des parcelles et des chemins • Localisation des cours et sources d'eau • Commercialisation du café et point de collecte
10-15 min	3/ Représentation du phénomène d'érosion	<ul style="list-style-type: none"> • Niveau d'érosion perçu sur chaque parcelle • Impacts de l'érosion perçus • Déplacement des sédiments issus de l'érosion • Raison de l'importance de la lutte contre l'érosion
40 -60 min	4/ Analyse technico-économique du système d'activités	<ul style="list-style-type: none"> • Pratiques et calendrier de travail • Utilisation de crédits • Influence du prix du café • Evolutions des pratiques et de l'EA • Difficultés et projets
30-50 min	5/ Discussion sur des pratiques agro-environnementales et les instruments existants	<ul style="list-style-type: none"> • Discussion sur les pratiques proposées • Impacts et conditions de mise en oeuvre de ces pratiques • Connaissances des instruments existants

Figure 10 Déroulement des enquêtes (Auteur)

La figure 10 reprend les différentes étapes des enquêtes menées. Elle commence par une présentation rapide du stage et de l'enquête. C'est aussi à ce moment, que le producteur se présente.

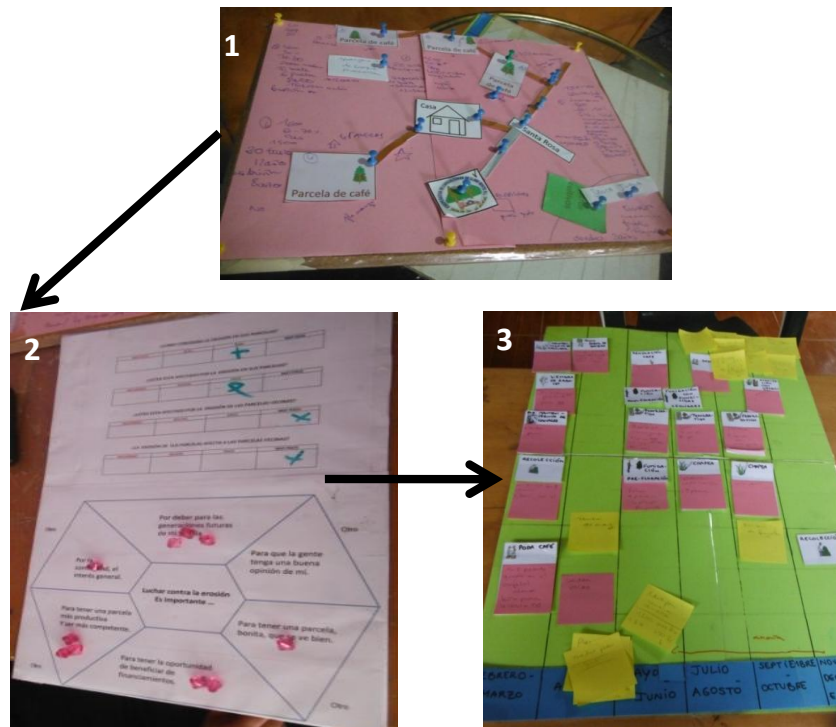
La seconde phase de l'enquête a consisté à construire avec l'agriculteur un croquis de l'espace de vie et de travail. Des cartes représentant les différents éléments du croquis sont pré-préparées puis, lors de l'enquête, fixées avec des punaises, sur un plateau en liège recouvert de feuilles de papier. Les cartes sont sorties au fur et à mesure que le producteur mentionne les zones en question. Les notes sont prises directement sur ce support. Le matériel est principalement manié par l'enquêteur. Néanmoins, à tout moment, l'enquêté peut prendre l'initiative de le modifier lui-même. Grâce à ce croquis, les différentes activités des enquêtés et son foncier sont caractérisés. Cette méthode de collecte d'informations permet de limiter les oublis de parcelles ou d'activités agricoles, sans rapport avec le café. Ces sujets sont, effectivement, rarement mentionnés dans les enquêtes déjà réalisées dans la zone. Généralement, les agriculteurs n'en parlent pas spontanément.

Un second support permet d'introduire la question de l'érosion, durant la 3^{ème} phase d'enquête. Nous nous sommes en effet intéressées plus spécifiquement à cette problématique qui a été perçue comme prioritaire lors des échanges entre chercheurs et acteurs locaux. Les cinq questions à choix multiples, qui portaient sur l'érosion, sont représentées sur un plateau. Pour répondre à la dernière question, « pourquoi est-ce important lutter contre l'érosion ? », l'agriculteur dispose de dix perles, qu'il doit placer sur les propositions de réponses, en fonction de leurs importances. Toutes les perles doivent être posées et certaines propositions peuvent ne pas être choisies par l'agriculteur, s'il ne les considère pas cohérentes. C'est pour la rédaction et l'interprétation des choix de ces réponses, qu'a été mobilisée la théorie de Boltanski et Thevenot. Les résultats de cette expérience ont apporté des informations pour la construction du jeu. Ils apparaissent dans l'annexe 5.

Un troisième support a été utilisé, pour la quatrième phase de l'enquête. Il s'agit d'un itinéraire technique type pour la culture du café représenté sur un plateau. Des cartes représentent les techniques culturales. Elles sont fixées sur ce support et peuvent être déplacées. Le calendrier est révisé avec l'agriculteur par mois pour valider ou déplacer ses cartes et décrire les pratiques associées.

Des détails technico-économiques sur la réalisation de certaines pratiques en lien avec les problématiques environnementale de la zone sont finalement demandés. L'intérêt de paiements pour appuyer leurs mises en œuvre est également discuté. Des questions sur les instruments d'incitation existant sont aussi posées.

Figure 11 Photos d'un croquis réalisé durant une enquête (1), du plateau sur la représentation de l'érosion (2), du plateau itinéraire technique



3.4 Une méthode de simulation participative pour le test d'instruments

3.4.1 Organisation des sessions de jeu

Tous les agriculteurs enquêtés sont invités à venir aux sessions de jeu. En fonction des résultats de l'enquête et de la typologie de SA réalisée, les rôles leur sont attribués. A chaque session, l'idéal est que les 4 rôles soient joués, c'est-à-dire que des agriculteurs de différents types soient présents. Cependant, pour des raisons pratiques, cela n'a pas toujours été le cas. Quatre sessions de jeu, de chacune 3h30, ont été organisées avec entre 2 et 4 joueurs. Tous les agriculteurs enquêtés ont été invités. Néanmoins, seuls 13 sur 30 ont participé. A chaque session, deux animateurs (stagiaire et maître de stage) étaient présents pour expliquer les règles et aider les agriculteurs à jouer.

3.4.2 Construction du jeu

Le jeu a été inspiré de la méthode WAT-A-GAME de l'Irstea. Pour le construire, trois acteurs institutionnels, l'équipe SAFSE et Nils Ferrand (expert en jeu de rôle de l'Irstea), se sont réunis à plusieurs reprises (Annexe 4). Ces ateliers, la bibliographie et les résultats des enquêtes ont permis de :

- définir les règles du jeu associées aux différents scénarios ;
- identifier les ressources jouables ;
- délimiter et représenter le cadre spatio-temporel du jeu ;
- choisir les actions jouables par les joueurs ;
- calibrer l'effet de ces actions ;
- caractériser les rôles imposés aux joueurs ;
- créer un système de suivi du jeu.

Plusieurs prototypes ont été réalisés et testés avant d'arriver à la version définitive du jeu. La création du jeu a été un processus itératif de co-construction.

3.4.3 Principe du jeu

Un tour représente une campagne de culture, c'est à dire un an. Durant un tour, les joueurs jouent en même temps et de manière individuelle.

Les ressources jouées sont symbolisées par des perles de couleurs différentes. Il s'agit d'unités d'argent, de main d'œuvre familiale ou extérieure, de café, de sédiments issus de l'érosion, de biodiversité et de pollution azotée. Les cartes actions peuvent être des activités du SA ou des pratiques du SC (Annexe 6). Pour les jouer, elles demandent, en entrée, une certaine quantité d'unités d'argent et/ou de main d'œuvre. Elles génèrent ou déduisent, en sortie, des unités de café, de sédiments érodés, de la biodiversité et/ou de pollution azotée.

Le calibrage de ces entrées et sorties est essentiel pour le bon fonctionnement du jeu. Effectivement, les ressources nécessaires en entrée et les effets en sortie doivent être cohérents par rapport à la réalité de l'agro-écosystème. Il faut également veiller à la cohérence intra et inter cartes pour les différentes unités. Le calibrage comprend aussi la conversion des unités monnayables en unité d'argent. Ainsi, une unité de travail correspond à une unité d'argent et une unité de café vaut deux unités d'argent.

Deux échelles spatiales ont été représentées : l'exploitation agricole et le sous bassin versant. Chaque joueur dispose d'un plateau individuel schématisant son exploitation. C'est sur ce plateau, qu'il joue ses cartes-actions. Cette échelle de jeu permet d'analyser la mise en œuvre de pratiques agro-environnementales en fonction de différentes règles. Un plateau central représente le sous-bassin avec le fleuve au centre et de part et d'autres des espaces, où les joueurs déposent les perles représentant les impacts environnementaux. Des réserves de perles sont à disposition des joueurs, pour qu'ils puissent les placer, eux-mêmes, sur le plateau. A la fin du tour, un bilan des unités rejetées sur le plateau bassin-versant est réalisé sur un tableau, visible de tous. Cette échelle permet une sensibilisation aux impacts environnementaux et peut être le support de discussion collective.

Trois scénarios avec des règles différentes ont été choisis. Les règles des scénarios correspondent aux propositions d'instruments identifiés en amont. Ces règles sont testées, une à une, à des tours de jeu différents. D'autres règles ont aussi été créées pour jouer le risque de glissement de terrain sur les parcelles et des crédits de campagne comme ceux proposés par la coopérative.

Les joueurs jouent des rôles. Quatre rôles différents ont été définis. Ils sont basés sur les types de la typologie de SA issus des enquêtes. Un rôle correspond donc à une dotation spécifique en main d'œuvre et capital et une combinaison d'activités. Chaque joueur a la même surface de café, qui n'est pas précisée. Effectivement, pour simplifier le calibrage des ressources, les différences de surfaces de café d'une exploitation à l'autre ont été simplifiées en proportion plus ou moins importante de capital et/ou de main d'œuvre pour une manzana. Ceci signifie que les proportions de main d'œuvre et capital financier par surface de café ont été respectées. Les rôles incluent pour tous les joueurs la présence d'un cours d'eau, qui passe à moins de 15 mètres des parcelles de café. Dans chaque rôle, les pratiques du premier tour sont imposées et les mêmes pour tous.

Le suivi des résultats des tours est permis grâce à un codage des différentes cartes. Un animateur relève à chaque tour les codes des cartes posées sur les plateaux. De plus, les joueurs remplissent avec l'aide des animateurs un tableau pour comptabiliser les ressources utilisées en entrée et les ressources en sortie produites et gagnées (Annexe 6). A chaque fin de

tour, les animateurs demandent, de manière individuelle, aux joueurs d'explicitier leurs choix. Une discussion collective est organisée, à la fin du jeu, pour avoir l'avis des producteurs, sur cette méthode et parler des instruments proposés.

3.4.4 Déroulement d'une session de jeu

Le 1er tour de jeu est un tour d'apprentissage. Les joueurs découvrent les règles de base du jeu : leurs rôles, fonctionnement des cartes-actions, fonction des deux plateaux. Ils posent les cartes action correspondant à leur rôle et les jouent grâce aux ressources, qui leurs sont initialement données.

Au tour de jeu suivant, les joueurs peuvent décider de changer ou non les cartes actions, posées sur leur plateau de jeu individuel. Le but de ce tour est que les joueurs construisent des SA, les plus proches de leurs dans la réalité. Deux règles sont introduites, celles du crédit de campagne et du risque de glissement de terrain simulé par un lancement de dé. Ce second tour est appelé tour de référence, car la situation de fin de ce tour est comparée à celle des tours suivants.

La suite du jeu ne se joue pas de manière séquentielle. En effet, lors de tests de prototype, il a été constaté qu'au fur et à mesure des tours les joueurs évoluent et les différences entre leurs situations initiales s'accroissent. Cet effet de dépendance de sentier complique l'analyse des effets des différents scénarios. Par conséquent, les plateaux de jeu individuels sont réorganisés avant de jouer les tours 3 et 4, de telle manière à avoir les cartes de la fin du tour de référence.

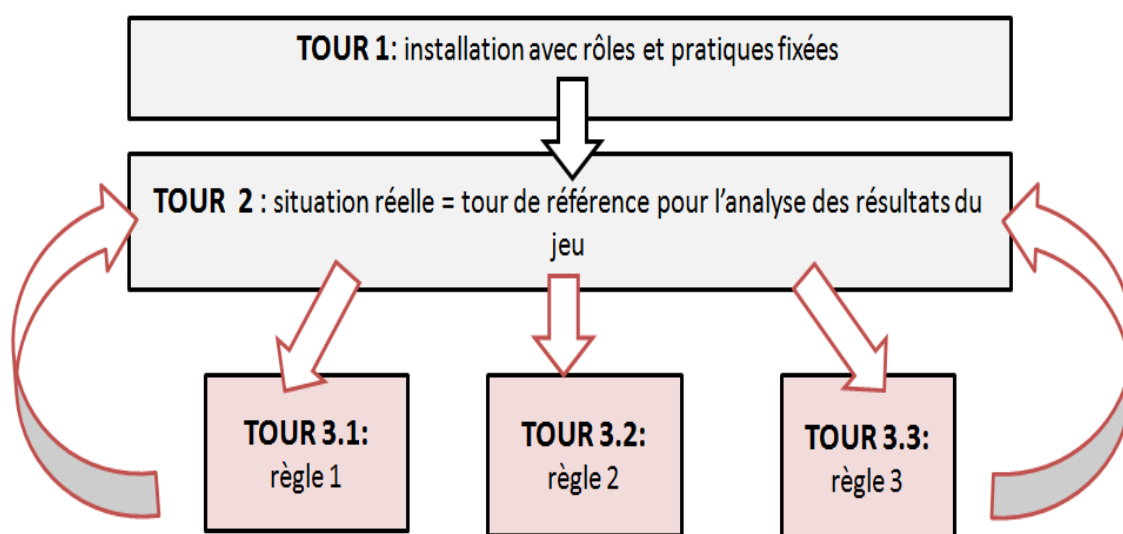


Figure 12 Déroulement des tours de jeu (Auteur)

4 De l'analyse de l'agro-écosystème à la proposition d'instruments d'incitation

4.1 Diversité des pratiques dans les SC café et stratégies de gestion au niveau parcellaire

Les SC café de la zone sont souvent perçus par les personnes extérieures à ce territoire comme très homogènes. Néanmoins, nos enquêtes ont mis en avant l'existence d'une diversité

de pratiques et de combinaisons de celles-ci. En effet, les techniques culturales pour la production de café sont communes à toutes les exploitations mais déclinées selon différentes modalités. Pour proposer des instruments d'incitation qui accompagnent l'évolution de ces SC vers de nouveaux compromis entre SE, il est essentiel de bien connaître ces systèmes. Nous proposons donc de :

- décrire l'itinéraire technique communs à tous ;
- expliquer ses implications sur l'organisation du travail et la trésorerie des exploitations ;
- démontrer la diversité des pratiques mises en œuvre par les agriculteurs.

Ces analyses sont d'ordre qualitatif. Nos enquêtes n'ont pas permis d'accéder à des données quantitatives précises. Toutefois, la synthèse des différents travaux réalisés dans la zone a permis d'apporter quelques précisions chiffrées. Il s'agit principalement de la thèse de Louise Meylan (2013) et du mémoire de Thom Wessel (2013).

4.1.1 Clés de compréhension des SC café

4.1.1.1 Itinéraire technique et cycle des caféiers

Les caféiers sont des plantes pérennes dont le cycle annuel dépend fortement des saisons. Rappelons que l'été ou saison sèche est de novembre à mars tandis que l'hiver ou saison des pluies est d'avril à octobre. Le calendrier de travail des caféiculteurs est divisé en deux phases fonction de ces saisons : la récolte en été et les travaux d'entretien en hiver. Le tableau 4 récapitule les différentes techniques culturales d'une année.

JANVIER/FÉVRIER	MARS	AVRIL	MAI/JUIN	JUILLET/AOÛT	SEPTEMBRE/OCTOBRE	NOVEMBRE/DECEMBRE
Pic de récolte	"Repela" fin de récolte	Bouturage de nouveaux arbres d'érythrine	1ère fertilisation 15 05 18	Plantation des plantules de café de un an	3ème fertilisation, avec nitrate de calcium, de magnésium, d'ammoniac ou urée	"Granea" début de récolte
			Désherbage mécanique	2ème fertilisation 15 05 18		Application d'herbicide
	Taille des caféiers et ébourgeon nement	Chaulage	1 à 2 pulvérisations avec fongicide et fertilisant foliaire	Désherbage mécanique	Désherbage mécanique	
		Taille des arbres d'ombrage		1 à 2 pulvérisations avec fongicide et fertilisant foliaire	1 à 2 pulvérisations avec fongicide et fertilisant foliaire	
			Légère taille des arbres d'ombrage			
			Plantation d'arbres fruitiers			
			Taille et semis de barrières vives			
			Netoyage des terrasses			
			Netoyage des canaux de déviation			

Tableau 4 Itinéraire technique pour la culture du café (Auteur)

Récolte

La récolte des baies des caféiers appelées cerises a lieu de novembre à mars. Le pic de récolte se situe entre les mois de janvier et février. Avant et après cette période, les volumes de cerises mûres sont plus faibles. Ces deux phases de récolte sont respectivement appelées en espagnol « granea » et « repela ». La mécanisation du ramassage des cerises est impossible. En effet, sur une même plante, se trouve à la fois des cerises mûres prêtes à être récoltées et d'autres en cours de maturation. Pour récolter uniquement les baies mûres, 4 ou 5 passages par caféier sont nécessaires.

Après la récolte, entre avril et octobre, les caféiers développent leur feuillage, fleurissent et fructifient. Durant cette saison, différentes techniques culturales sont mises en œuvre pour maintenir les caféiers et les parcelles en bon état.

Taille des caféiers

Les caféiers sont d'abord taillés. Il s'agit d'une taille d'entretien, pour que les nouveaux rameaux se développent bien. Seules ces nouvelles ramifications secondaires produiront des cerises. Les caféiers ayant produits beaucoup de cerises ou étant abimés sont généralement taillés de façon plus drastique. En réduisant le feuillage des caféiers, cette taille permet aussi d'optimiser l'usage des intrants et de réduire les risques d'infestations par des maladies phytosanitaires. Certains bourgeons sont également ôtés afin de contrôler le développement de la plante. Quand cela est nécessaire, des tailles de formation sur les jeunes pieds ou de régénération sur les pieds âgés sont aussi réalisées. Différentes techniques sont alors employées pour améliorer la croissance de ces caféiers. Les résidus de ces tailles sont soit laissés sur la parcelle soit utilisés comme bois de chauffage.

Gestion de l'ombrage

En avril, les agriculteurs taillent les arbres d'ombrage. Certains caféiculteurs réalisent aussi une seconde taille plus légère en août.

Ces arbres sont plantés ou laissés sur la parcelle, parce qu'ils permettent un contrôle de l'exposition au soleil des caféiers. Leur ombrage permet un ensoleillement modéré qui favorise le développement de la plante et la maturation des fruits. Cependant, en hiver, le climat étant plus humide et moins ensoleillé, il est préférable de réduire cet ombrage. Cela favorise la photosynthèse et limite le développement de la maladie américaine des feuilles du caféier (M. Citricolor). Ce contrôle de l'ombrage est particulièrement important, quand les parcelles sont orientées ouest, car ces terres ont un microclimat favorable aux attaques fongique. Elles ont un ensoleillement tardif au moment où les pluies sont fréquentes, ce qui génère une chaleur humide propice au développement de ce champignon.

Les tailles annuelles de l'ombrage concernent principalement l'érythrine, arbre central au sein des SAF de la zone. En effet, il s'agit d'une espèce, qui a pour avantage de fixer de l'azote dans les sols. De plus, sa croissance est rapide et l'arbre résiste aux fortes tailles. Ces deux caractéristiques permettent un contrôle facile de l'ombrage. Néanmoins, cette vitesse de croissance implique que ces tailles soient régulières. Maintenir ces arbres à moins de 2m50 de hauteur est effectivement important, pour qu'ils restent facilement taillables et ce sans risque de chute grave pour l'agriculteur.

La taille des autres espèces peut se faire à n'importe quel moment de l'année. Sur les arbres fruitiers et les musacées, les agriculteurs enlèvent uniquement les feuilles abimées ou les branches mal placées par rapport aux caféiers. Les arbres natifs peuvent également être légèrement taillés. Les arbres pour le bois de coupe, le plus souvent plantés en bordure de parcelle sont laissés en libre croissance.

Les résidus de ces différentes tailles sont coupés en morceaux et laissés au pied des caféiers.

Pour gérer l'ombrage, les agriculteurs plantent également de nouveaux arbres. Lorsque l'ombrage est considéré suffisant par l'agriculteur, seuls les arbres âgés, mal placés ou malades sont remplacés. Les musacées et les érythrines sont replantées par bouturage, au moment des premières pluies, en avril. Les autres espèces sont plantées à l'état de plantule.

Renouvellement des caféiers

Petit à petit, les agriculteurs renouvellent aussi les caféiers. Une densité de 4200 pieds par hectare est généralement maintenue. Les plants sont achetés ou préparés, par les caféiculteurs, dans des pépinières. Ils sont implantés à l'âge d'un an. Après trois ans, les caféiers commencent à produire des cerises. La production est optimale jusqu'à ce que les caféiers atteignent une quinzaine d'année, après quoi ils sont renouvelés.

Gestion de la fertilité des sols

Pour assurer le bon développement de la plante et la production de cerises, les agriculteurs font généralement trois fertilisations azotées par an. Les producteurs déposent les engrais à la main aux pieds de chaque caféier. Les sols doivent alors être humides, pour que les nutriments s'infiltrant facilement dans la terre. Les deux premières fertilisations sont communément faites avec des fertilisants chimiques de formule 18 05 15. La dernière application est, la plupart du temps, plus riche en azote (urée). Les agriculteurs parlent de fertilisation de rafraîchissement (« refresco » en espagnol). Un autre amendement est essentiel pour limiter l'acidification des sols : la chaux. Elle est généralement épandue tous les deux ou trois ans.

Gestion des adventices

Durant l'hiver, les agriculteurs doivent également gérer les adventices qui apparaissent sur leurs parcelles. Le climat humide de l'hiver favorise leur développement. Pour les contrôler, les caféiculteurs désherbent manuellement au couteau ou à la machette. Ces désherbages se font après les fertilisations. Les herbes coupées restent au sol. Elles apportent de la matière organique et maintiennent un niveau d'humidité, qui optimise l'absorption du fertilisant. L'utilisation d'herbicide une fois par an est également une pratique commune. Ce désherbage chimique se fait avant la récolte.

Lutte phytosanitaire

L'entretien des parcelles comprend aussi des traitements fongiques, qui assurent la protection phytosanitaire des caféiers. Les pulvérisations avec les produits antifongiques s'accompagnent de fertilisations foliaires. Elles sont appliquées avant et après la floraison puis tout au cours de la saison en fonction du nombre de plants infestés.

Aménagement des parcelles

En hiver, les producteurs entretiennent aussi les éléments d'aménagement de leurs parcelles : canaux, terrasses et barrières vives. Les barrières vives sont des rangées d'arbustes ou de plantes herbacées plantées, entre les rangs de caféiers ou sur les pourtours des parcelles. Selon les espèces utilisées, il faut les tailler ou non. Des canaux peuvent aussi être creusés, pour contrôler le ruissellement sur les parcelles. Ils doivent être nettoyés à plusieurs reprises, pour éviter leur obstruction par la terre, des feuilles et des pierres. Les terrasses, escaliers creusés entre les rangs de café sont aussi régulièrement renouvelées. Elles maintiennent les fertilisants aux pieds des caféiers et limitent les pertes de sédiments par érosion. Elles permettent également de se déplacer plus facilement sur les parcelles.

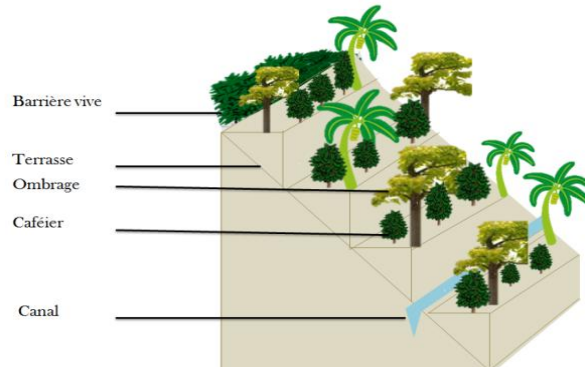


Figure 13 Schéma d'un exemple de parcelle de café (auteur)

Entretien des chemins

A l'ensemble de ces activités, s'ajoute l'entretien des routes privées en gravier ou en terre. Ce travail, bien que ne faisant pas partie des techniques culturales, est indispensable pour accéder aux parcelles toute l'année. Tous les agriculteurs surveillent donc régulièrement l'état des chemins et les entretiennent, au fur et à mesure. Ces nettoyages sont plus fréquents, entre septembre et octobre, période de fortes pluies. Pour maintenir ces chemins de terre, les producteurs utilisent un mélange de sable, de graviers et de terre fine (« ripio » ou « lastre ») permettant de lisser les routes en comblant les parties entraînées par les pluies. Il faut également déboucher les caniveaux, qui se remplissent de sédiments et de matières végétales, et désherber chimiquement ou mécaniquement certains talus.

4.1.1.2 Organisation du travail

Le calendrier de travail présenté a des implications importantes sur l'organisation du travail des agriculteurs.

C'est en été, pendant la récolte, que se situe le principal pic de travail. Cueillir les cerises est, en effet, une tâche longue et difficile. L'utilisation de main d'œuvre temporaire ou l'entraide familiale sont alors des pratiques courantes. Dans certaines exploitations, la récolte est une activité familiale à laquelle femmes et enfants participent. L'entraide entre membres de la famille tels que des cousins, frères... est aussi courante. Dans ce cas, l'ensemble du groupe familial récolte au fur et à mesure les cerises mûres dans les différentes parcelles des exploitations de la famille. Une fois collectées, les cerises doivent être acheminées jusqu'au point de collecte des entreprises achetant le café et ce le jour même de leur ramassage. Chaque communauté de la zone dispose d'un ou plusieurs « recibidores ». Selon la période (pic de récolte, « granea » ou « repelea ») tous ces points de collecte ne sont pas ouverts. Les déplacements de la parcelle au « recibidor » peuvent donc être plus ou moins longs. La

localisation de la parcelle influe alors sur l'organisation du travail. Les producteurs ayant leur propre atelier de transformation n'ont pas ce problème. Ils s'occupent eux-mêmes de traiter la récolte. Ils transforment par voie humide les cerises dans leurs ateliers puis seulement après les commercialisent. Ce traitement consiste à enlever la pulpe et mucilage des baies et laver et sécher les grains obtenus. Le séchage quand il est solaire est une des étapes les plus longues et fastidieuses, car les grains doivent être fréquemment remués. Une organisation du travail de la famille spécifique est dans ce cas nécessaire pour répartir les différentes tâches de transformation et de récolte entre les membres de la famille.

En hiver, l'organisation du travail dépend fortement des précipitations. Les agriculteurs travaillent principalement le matin, entre 6h et 13h. Ils ont parfois recours à des ouvriers agricoles, de façon temporaire voir permanente. Les fenêtres d'ouverture pour mettre en œuvre les diverses techniques culturales sont souvent courtes. Elles varient en fonction de l'altitude et des conditions météorologiques de l'année. Certains producteurs n'ont pas les moyens financiers pour mobiliser la main d'œuvre nécessaire et acheter les intrants au bon moment. Pour ces raisons, il arrive que des activités de l'itinéraire technique ne soient faites que tardivement ou ne soient pas réalisées. La rénovation de terrasses, les coupes manuelles d'adventices et les tailles sont les activités qui demandent le plus de temps. En comparaison, les temps de travail pour l'entretien des chemins, des barrières vives et des canaux sont négligeables. Il est intéressant de noter que l'entretien des chemins privés demande une organisation particulière quand ils sont partagés entre différents caféiculteurs. Certains divisent la route en portions qui sont attribuées aux différents propriétaires. Chacun est alors chargé du nettoyage de sa portion. D'autres paient une cotisation pour contracter des ouvriers ou encore nettoient le chemin tous ensemble à une date donnée.

Le graphique suivant issu des données de la thèse de Louise Meylan réalisée sur la même zone confirme nos observations qualitatives.

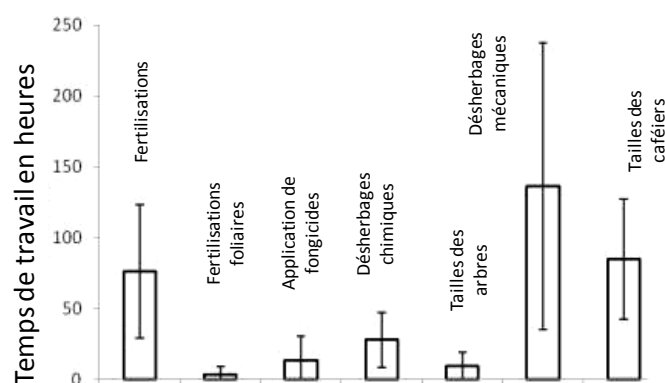


Figure 14 Temps de travail des principales activités en hivers (en heures par ha par an) (Meylan, 2013)

4.1.1.3 Structure des coûts de production

Au regard de l'itinéraire technique présenté, les producteurs doivent se procurer différents intrants pour produire du café : des plants de café, des fertilisants azotés et foliaires, de la chaux, des fongicides et des herbicides. Les tailles, l'entretien des chemins, des canaux, des terrasses et des barrières vives ne requièrent pas l'achat d'intrant spécifique. La rénovation des arbres d'ombrage ne représente pas de coûts importants. Seuls les arbres

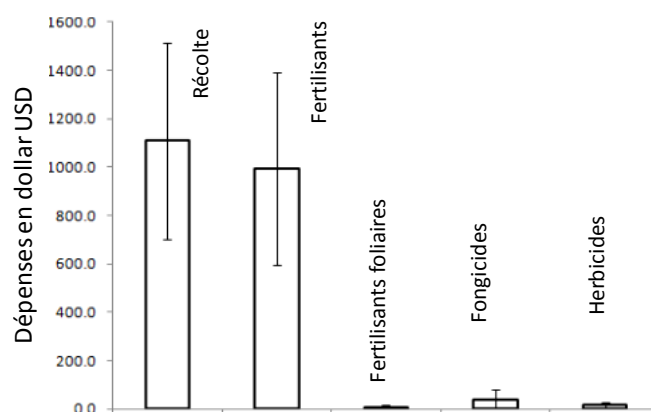
fruitiers sont parfois achetés. Ces arbres et ceux de bois de coupe peuvent parfois nécessiter, les premières années, des traitements phytosanitaires et des fertilisations.

Les coûts les plus importants ne sont généralement pas liés à l'achat de ces intrants mais plutôt à l'emploi d'ouvriers permanents ou temporaires. La législation du travail impose un salaire de 7000 colones pour six heures de travail.

Le graphique de la figure 15 extrait de la thèse de Louise Meylan apporte des ordres de grandeurs de ces différents coûts de production.

La culture n'étant pas mécanisable, aucun investissement en machine agricole n'est nécessaire. Les agriculteurs ont uniquement besoin d'un pick-up pour le transport des intrants et de la récolte, d'un pulvérisateur pour les applications de fongicide et fertilisants foliaires et d'une machette pour le désherbage et les tailles. Quand ils n'ont pas de véhicule, le coût du transport des fruits de la parcelle au collecteur n'est pas négligeable.

Figure 15 Dépenses des principales activités de l'année (Meylan, 2013)



A cela, s'ajoutent les investissements nécessaires pour rénover les terrasses. Les familles ayant recours à un nombre important de collecteurs investissent aussi dans la construction de petites maisons pour les loger.

De plus, en cas de glissement de terrain sur des chemins privés, certains agriculteurs se voient parfois contraints de contracter quelqu'un pour déblayer les chemins endommagés avec des machines. Des dépenses importantes sont alors nécessaires. Il faut également remplacer certains pieds de café perdus dans l'accident.

4.1.1.4 Financement de la campagne

Les producteurs reçoivent la majeure partie du paiement de leur café quand ils le livrent au collecteur. Les acheteurs avancent cet argent (« el adelantado » en espagnol). Les revenus issus du café sont donc principalement reçus en été.

Cet argent permet de payer la main d'œuvre employée pour la récolte et de couvrir les dépenses familiales du moment. Il est très commun que les producteurs aient recours à des crédits à partir du mois d'avril. En effet, une fois les dépenses de l'été et du début d'années réalisées, les revenus provenant de la culture du café ne sont plus suffisants pour assurer les dépenses de la famille, acheter les intrants et éventuellement payer la main d'œuvre. Un agriculteur enquêté explique par exemple : *"Sans même avoir récolté la cueillette, un an avant, on va chercher l'argent du café. [...] Nous gagnons de l'argent en janvier, février, mars, durant trois mois et après nous devrions le garder pour les neuf mois suivants, mais*

nous ne sommes pas éduqués de cette façon... ». Dans ce cas, les agriculteurs utilisent des crédits de campagne de culture proposés par la coopérative. Il s'agit d'une avance sur le paiement de la récolte, avec des taux d'intérêt de 12 à 28%. Le remboursement du crédit est directement déduit lors du paiement du café à la récolte suivante. A part ces crédits, l'accès des agriculteurs aux services financiers est difficile. Les crédits des banques traditionnelles sont rares dans la zone. Seules les exploitations, ayant des « micro-beneficio » ou des surfaces importantes y ont parfois recours.

Du fait de la saisonnalité des revenus du café et de cet accès aux crédits limité, la fin de l'hiver est financièrement difficile pour les familles modestes.

4.1.2 Diversité des pratiques et pistes d'explications

Lors des enquêtes, les temps de travail des différentes activités du calendrier ont fait l'objet d'une analyse approfondie. Pour une même activité, on constate de grands écarts entre les réponses des agriculteurs. Les données de Louise Meylan (figure 15) confirment cette disparité. Ces écarts peuvent s'expliquer par des différences dans la manière de mettre en œuvre chacune des techniques culturales présentées.

Au vu de la taille de notre échantillon et de cette diversité, nous n'avons pas pu organiser ces ensembles de pratiques en type de SC café. Nous proposons donc dans cette partie de mettre en évidence la diversité des pratiques technique par technique. Nous apporteront également des pistes explicatives pour justifier ces différences de modes de gestion des SC café. Ces explications sont à nuancer, car ces SAF café sont le résultat de prises de décision complexes dépendant d'une multitude de facteurs. Il est donc difficile d'expliquer précisément les stratégies des agriculteurs.

Cette analyse portera uniquement sur les pratiques qui influent de manière significative la fourniture du SE de régulation de l'érosion et de fourniture en café, les disservices et la biodiversité. Il s'agit, en effet, des pratiques qui peuvent potentiellement faire l'objet d'instruments d'incitation. Les travaux relatifs à la gestion de l'ombrage, la gestion des adventices, de gestion de la fertilité et d'aménagement des parcelles sont concernés. Aucun détail n'est donné sur les types de canaux et de barrières vives et la diversité de pratiques associées, car ce sujet n'a pu être développé lors des enquêtes, faute de temps.

4.1.2.1 Rénovation des terrasses

Les enquêtes ont permis de mettre en avant des différences de fréquences de rénovation des terrasses. Selon la main d'œuvre disponible sur l'exploitation ou les ressources économiques pour en employer, les producteurs réalisent chaque année ce nettoyage sur un sixième, un cinquième, un quart ou la moitié de l'exploitation. Parfois, cette rénovation n'est pas réalisée faute de temps. Les agriculteurs ne considèrent pas cette pratique comme primordiale en comparaison aux autres activités d'entretien.

4.1.2.2 Gestion de l'ombrage

Les agriculteurs nous ont décrit lors des enquêtes, chacune de leurs parcelles, en précisant les densités d'arbres et les espèces présentes. Lors de la construction du calendrier de travail, ils ont également détaillé leurs méthodes de taille de l'ombrage. Ces données ont permis d'affirmer qu'il existe dans la zone plusieurs manières de gérer l'ombrage. Ces variabilités peuvent s'observer entre les exploitations mais aussi au sein d'une même

exploitation. Les densités d'arbres par hectare sont aussi variables d'une parcelle à l'autre. En revanche, la taille des arbres se fait de la même manière sur l'ensemble des parcelles d'une même exploitation. Ces différences se justifient par une diversité de stratégies de gestion des parcelles, de trajectoires sociotechniques et de représentations de l'utilité des arbres. Des critères comme la pente de la parcelle et l'orientation au soleil de la parcelle peuvent aussi théoriquement influencer la gestion de l'ombrage. Ces éléments ont cependant été peu mentionnés dans les enquêtes et les tests de corrélation entre ces deux types de variables n'ont pas été significatifs.

L'ombrage peut être composé d'arbres de bois de coupe, d'arbres fruitiers, de musacées, d'érythrines et/ou d'arbres natifs. Une analyse de conglomerats (distance euclidienne, n=73) a permis de distinguer quatre compositions différentes d'ombrage présentées dans le tableau suivant (annexe 7).

Tableau 4 Types de composition d'ombrage (Auteur)

Types de composition d'ombrage	Nombres de parcelles	% de musacées	% d'érythrines	% d'arbres fruitiers et natifs	% d'avocatiers
1	16	Variable	Variable	36%	Aucun ou très peu
2	11	Variable	Moins de 40%	Variable	29%
3	31	38%	Autour de 60%	Aucun ou très peu	Aucun ou très peu
4	15	Très peu	86%	Aucun ou très peu	Aucun ou très peu

Un point commun entre ces compositions : les arbres de bois de coupe sont très peu répandus. Ils sont, en effet, considérés comme mauvais pour la plantation à cause de leur ombrage important et du risque de chute de branches sur les caféiers. Selon les agriculteurs, il serait uniquement possible d'en planter sur les bordures de parcelles. Certains producteurs préfèrent planter des arbres fruitiers, dont la production est destinée à l'autoconsommation : « *Mieux vaut planter quelque chose, dont on peut profiter pour le reste de la vie* ». Quelques uns justifient la présence de nombreux arbres fruitiers et natifs par leur importance pour les oiseaux : « *On doit penser que les oiseaux doivent avoir de quoi s'alimenter.* », « *J'aime avoir suffisamment d'arbres pour que les oiseaux mangent* ». Sensibilisés à la question de la perte de biodiversité, ces agriculteurs sont fiers d'avoir des parcelles habitées par des animaux. Ceux produisant des avocats expliquent souhaiter avoir des sources de revenus différentes que le café. Certains, au contraire, ne souhaitent pas diversifier l'ombrage ou augmenter la densité d'arbres de peur que les maladies fongiques se développent. Pour ces raisons, les producteurs auront des densités d'arbres plus ou moins importantes. Néanmoins, la densité d'arbres et les espèces présentes sur les parcelles sont le fruit de plusieurs années d'exploitation du milieu par l'Homme. Il peut s'agir du résultat de décisions passées de l'agriculteur voir d'autres pairs. Il est en effet courant qu'un agriculteur achète ou hérite de parcelles de café déjà ombragées. Dans ce cas, certains arbres sont laissés alors que l'agriculteur n'aurait pas forcément pris la décision de les planter. Il est donc très compliqué de justifier précisément cette diversité de SAF.

Différentes méthodes de taille de ces arbres sont également observées. Elles concernent plus particulièrement la coupe de l'érythrine en avril. La taille totale de ces arbres est commune (22 agriculteurs sur 30). Les agriculteurs taillent, dans ce cas, presque l'ensemble des branches. Ces producteurs considèrent l'ombrage de l'érythrine comme un risque élevé pour le développement de maladies fongiques et préfèrent donc le tailler au maximum. Ils expliquent également que cette taille permet d'éviter les chutes de branches d'arbres, qui abiment les caféiers. Les risques de chute lors de la taille l'arbre sont aussi limités, car les arbres sont maintenus bas. De plus, les agriculteurs perçoivent ce type de taille comme techniquement plus simple et plus rapide qu'une taille légère, qui demande de choisir les branches à couper et celles à laisser. Par ailleurs, ces producteurs avancent l'argument selon lequel une taille importante est intéressante, car elle génère beaucoup de matières organiques et donc enrichit les sols. L'expérience personnelle du producteur peut également jouer un rôle central dans la prise de décision du type de taille. En effet, certains racontent avoir déjà laissé des arbres sans taille par manque de temps. Ils avaient alors observé une baisse de rendement importante. Une taille légère leur paraît donc risquée.

Malgré tous ces arguments, certains producteurs réalisent une taille sélective et plus modérée. Ils laissent plus de quatre branches moyennes par arbre. Ils expliquent vouloir des parcelles plus arborées, de l'ombre quand ils travaillent et/ou un habitat et des aliments pour les oiseaux.

Une partie des caféiculteurs prend aussi en compte les conditions météorologiques de l'année pour choisir le type de taille à réaliser. Par exemple : l'hiver 2015 a été ensoleillé et peu pluvieux, certains ont réalisé des tailles modérées au lieu de tailles de totales pour continuer à protéger les caféiers du soleil.

4.1.2.3 *Gestion de la fertilité des sols et fertilisation des caféiers*

Nous avons relevé une grande hétérogénéité dans les quantités d'engrais chimique épandus. Le nombre de sacs de fertilisant par application et par hectare peut en effet varier de 6 à 17 sacs. Plus de la moitié des agriculteurs enquêtés (18) utilisent moins de 11,5 sacs par fertilisation par hectare. Les 12 restants épandent entre 11,5 et 17 sacs par hectare. Les faibles doses appliquées sont souvent justifiées par un manque de ressources économiques. Les engrais chimiques représentent le principal poste de dépenses en intrants et sont considérés par les agriculteurs comme chers. Un des enquêtés explique, par exemple : *« Les fertilisants sont chers. [...] Souvent nous avons à peine pour manger et il faut fertiliser. Il faut chercher une façon ou une autre pour fertiliser en faisant des milliers de sacrifices... »*. La majorité des agriculteurs expliquent que la dose de fertilisant étant proportionnelle au rendement, s'ils avaient les moyens, ils l'augmenteraient. Par exemple *« Je ne compte pas diminuer les quantités. Cela ferait diminuer la production. Ce n'est pas très rentable. »* Une minorité, au contraire, aimerait diminuer à moyen terme les quantités épandues. Pour se faire, elle essaie de mettre en œuvre des pratiques pour enrichir les sols grâce à l'apport de matières organiques (barrières vives, ombrages diversifiés et denses, fertilisations organiques ...). C'est le cas de cet agriculteur : *« Fertiliser moins est possible mais difficile. Cela va dépendre de mes pratiques. Avec le temps et en fonction des pratiques, les doses pourront probablement être réduites. Mais on doit pour cela apprendre à gérer la matière organique des sols. »* L'objectif est à terme de réduire les dépenses liées à la fertilisation.

Le prix du café et les rendements espérés sont deux autres éléments, qui peuvent intervenir dans le choix de la dose épandue. Si le prix du café est bas et la récolte à venir estimées faibles, les doses peuvent aussi être réduites. Huit des trente agriculteurs enquêtés ont mentionnés cette influence du prix du café. Dans tous les cas, les problèmes d'acidification des sols et de pollution azotée liés à la fertilisation n'étaient pas mentionnés.

Le nombre d'applications peut aussi varier. Il arrive que par manque de temps ou de ressources économiques, seules deux fertilisations soient faites au lieu de trois.

On peut aussi relever que trois producteurs réalisent des fertilisations organiques. Il s'agit de ceux transformant leur propre café, car les déchets de cette transformation sont utilisables comme engrais.

Des différences relatives au chaulage ont également été constatées. Effectivement, la fréquence de l'application de chaux est variable : chaque année, tous les deux ans ou tous les trois ans. Les producteurs réalisent ce chaulage avec une même fréquence sur l'ensemble de leurs parcelles. Il s'agit d'une pratique simple à réaliser et peu couteuse en temps et en argent. Le choix de la fréquence de sa réalisation n'est pas lié à des contraintes technico-économiques. De plus, très peu d'agriculteurs enquêtés ont mentionné qu'ils faisaient des analyses de sols pour raisonner l'apport de chaux. Différentes hypothèses peuvent être émises pour justifier ces différences. Les agriculteurs semblent appliquer ou non la chaux en fonction de l'état de santé général de la plantation et/ou des conseils de l'ingénieur agronome de la coopérative. Cependant, tous n'ont pas la même vision de l'importance de cette pratique. Certains l'appliquent uniquement parce que l'ingénieur de la coopérative le leur demande. Au contraire, d'autres ont des connaissances pédologiques et considèrent ce produit comme indispensable.

4.1.2.4 *Gestion des adventices*

La majorité des agriculteurs enquêtés (22 sur 30) réalise annuellement une application systématique d'herbicide et trois coupes manuelles. Au contraire, une minorité préfère limiter un maximum l'usage d'herbicide (8 agriculteurs sur 30). D'autres décident de ne faire que deux désherbages mécaniques (7 agriculteurs sur 30). Ces différences peuvent s'expliquer par des contraintes technico-économiques et des représentations de l'environnement différentes. Tous ont conscience des conséquences environnementales de l'utilisation d'herbicide et essaient de la réduire. Néanmoins, avoir une parcelle totalement désherbée en été est considéré par certains des agriculteurs comme sans effet sur l'érosion, les précipitations étant alors peu importantes. De plus, les adventices sont pour plusieurs raisons perçues comme gênantes pour la récolte. D'une part, les enquêtés soulignent que certaines cerises peuvent tomber et ne pas être ramassées car dissimulées par les herbes hautes. D'autre part, ils mentionnent la présence de serpents venimeux, lorsque la couverture herbacée est haute. La « propreté » des parcelles à cette saison est donc pour la majorité d'entre eux une nécessité. Pour y répondre, l'application systématique d'herbicide est le moyen le plus rapide et le plus économique, d'où la prédominance de cette pratique. A l'inverse, le temps et les ressources financière limitent le nombre des désherbages manuels. Ainsi, certains agriculteurs expliquent : *« Je n'aime pas appliquer de l'herbicide. Si je pouvais arrêter je le ferais », « J'utilise de l'herbicide pour diminuer un peu les coûts en main d'œuvre et trouver un équilibre économique sans utiliser de prêt... »*. Ceux qui essaient de ne pas appliquer

d'herbicide de façon systématique mettent en avant des arguments tels que la protection de l'environnement et la préservation des pieds de café de substances chimiques : « *Sans herbicide, il n'y a pas de pollution. C'est bien à la fois pour nous et pour la plante.* ». De ce fait, ils acceptent une couverture des sols par les adventices plus importante.

4.1.2.5 *Protection des cours d'eau*

Certains des producteurs décident de planter ou non des caféiers proches de points d'eau. Parmi nos enquêtés, 8 ont des caféiers à moins de 15 mètres d'un ruisseau ou d'une source d'eau. Ce choix s'explique par une optimisation de l'espace pour produire plus de café. Effectivement, amputer l'exploitation d'une surface cultivée peut avoir un effet significatif sur les revenus d'un petit producteur.

4.1.3 *Bilan sur fourniture de SE des SC café*

Du fait de la diversité des pratiques précédemment exposée, les SC café ont des impacts environnementaux différents. La revue bibliographique permet de faire une synthèse qualitative des effets de ces pratiques sur le plan environnemental. Ces informations ont permis la construction des cartes de jeu. Cependant les systèmes SAF sont très complexes et les informations collectées sont uniquement d'ordre qualitatif. Le calibrage des ressources de ces cartes reposent donc sur une série d'hypothèses permettant de quantifier sous-forme de scoring les impacts agro-écologiques des pratiques.

4.1.3.1 *SE de régulation de l'érosion*

Selon la gestion des parcelles, les SAF café peuvent plus ou moins réguler le phénomène d'érosion. Lorsque les coupes manuelles des adventices sont favorisées au détriment de l'usage d'herbicide, le couvert herbacé des parcelles est plus développé et protège les sols de l'érosion. La présence de canaux y contribue également en contrôlant le ruissellement des eaux de pluies sur les parcelles. Le système racinaire des barrières vives et des arbres d'ombrage ainsi que les terrasses permettent aussi de retenir les sols. Enfin, une taille légère de l'érythrine serait positive pour réguler ce phénomène (M. Villatero, 2014)

4.1.3.2 *SE d'approvisionnement en café*

La quantité de fertilisant épandue ainsi que la densité et la composition de l'ombrage influent le service de provision en café. Les rendements sont proportionnels à la quantité de fertilisant appliquée (Meylan, 2013). Les terrasses en limitant les pertes de fertilisants favorisent aussi la production de café. L'ombrage influe sur le SE de provision de café. Les arbres protègent les caféiers du vent et des températures élevées. Cette protection permet d'avoir des fruits de meilleur qualité et une production plus stable dans le temps (Rapidel, 2013). En enrichissant les sols, les SAF contribuent également à l'augmentation des rendements. Néanmoins ces effets sont limités. Le bilan de leurs impacts sur le rendement est parfois être nul voir négatif. En effet, les résidus des arbres enrichissent les sols en matières organiques mais ces espèces sont en compétition avec les caféiers pour l'absorption de nutriment. La fixation d'azote par l'érythrine est aussi très variable, entre 56 et 555 kg/ha, selon les sources d'information et la conduite du SAF (Nygren et al. 2012, cité dans Rapidel, 2014). De plus, un SAF de part son ombrage peut favoriser ou limiter le développement de

certaines maladies. Il est donc difficile de quantifier les impacts des SAF sur la fourniture de SE d'approvisionnement en café.

4.1.3.3 Biodiversité

Un ombrage diversifié et les barrières vives favorisent la biodiversité. Ils fournissent effectivement alimentation et habitats à la faune. La bibliographie n'apporte pas de détail sur ces éléments.

4.1.3.4 Disservices

Les SAF peuvent générer des disservices si les quantités de fertilisants azotés sont excessives par rapport aux besoins des caféiers. Selon les doses de fertilisant appliquées, il existe des risques de pollution de l'eau, d'acidification des sols et d'augmentation des gaz à effet de serre par volatilisation d'ammoniac (Warren, 2013).

Dans le cadre, de note étude, nous nous sommes spécifiquement intéressés à la problématique de la pollution des eaux. Les nappes phréatiques peuvent être contaminées du fait de la lixiviation d'azote. Les eaux de surface sont aussi affectées par cette pollution du fait des transports de matière par érosion. Ce disservice généré par la caféiculture a été mis en évidence par Reynold-Vargas et al. (1994), qui a conclu que dans quelques décennies l'eau pourrait ne plus être potable.

Réduire les doses de fertilisant et espacer leurs applications permet de diminuer cet impact environnemental. La mise en place de bande de protection des cours d'eau limite aussi le transfert d'azote lié à l'érosion. La bibliographie n'apporte pas d'informations précises sur cette question.

4.1.4 Les SC café dans le jeu

Dans le jeu, les SC café sont représentés par des combinaisons de cartes symbolisant des choix de pratiques. Toutes les parcelles du jeu ont été imaginées avec un cours d'eau à moins de 15 mètres des caféiers et des terrasses déjà en place. Les pratiques relatives aux contrôles phytosanitaires, à la taille des caféiers et à la récolte n'ont pas été détaillées. Elles font partie du fonctionnement de base du SC café du jeu. Seules les pratiques, précédemment présentées comme ayant une influence significative sur les SE ont été représentées par des cartes. Les paragraphes suivant explicitent les cartes pratiques créées et leurs effets.

Certaines de ces cartes doivent obligatoirement être jouées à chaque tour, car liées à l'entretien annuel de base des parcelles.

Il s'agit notamment des cartes représentant les types de gestion de l'ombrage. Afin que le jeu puisse rester jouable des simplifications sur le contrôle de l'ombrage ont été faites. Nous n'avons, par exemple, pas choisi de représenter la diversité des types de tailles des arbres d'ombrages. D'autres approximations ont été faites. Les apports des SAF pour l'auto-consommation ont été transformés en valeur monétaire. Les différences de temps de travaux liées à l'implémentation des avocats et de la taille de l'érythrine ont été considérés comme négligeables. De plus, l'effet de l'association avocat-érythrine sur la biodiversité a été supposé négligeable. Les cartes gestion d'ombrage et leurs effets sont récapitulés dans le tableau 7.

Les différentes formes de gestion de la fertilité sont aussi illustrées, dans le jeu. Les cinq cartes créées sont décrites dans le tableau 8. Elles se différencient par la dose d'engrais chimique épandue, l'usage ou non de chaux et le nombre d'applications faites par an. Le coût du chaulage et la pollution azotée de l'eau avec des doses de 15 sacs par an sont considérés comme négligeables.

Quant aux modes de gestion des adventices, ils ont été simplifiés en trois cartes (tableau 6). Ces cartes mentionnent le nombre de désherbage mécanique et le type d'utilisation d'herbicide. Les coûts en herbicide sont considérés comme négligeables.

D'autres cartes sont facultatives. Il s'agit des cartes relatives à l'aménagement de la parcelle. Les joueurs peuvent décider de rénover ou non les terrasses de ses parcelles. Deux niveaux de rénovation sont proposés en fonction de la surface nettoyée (tableau 10). La possibilité de mise en place de canaux, barrières vives et de bandes de protection des cours d'eau a aussi été retranscrite dans le jeu. Trois cartes sont proposées aux agriculteurs (tableau 11).

Tableau 6 Calibrage des cartes de gestion des adventices (Auteur)

INTITULES DES CARTES PROPOSEES	Entrée	Sortie
	Main d'œuvre	Unités d'érosion
2 désherbages mécaniques et 2 applications systématiques d'herbicide	1	2
3 désherbages mécaniques et une application systématique d'herbicide	2	1
4 désherbages mécaniques et usage non systématique et localisé d'herbicide	3	-1

Tableau 7 Calibrage des cartes sur la gestion de l'ombrage (Auteur)

INTITULES DES CARTES PROPOSEES	Coût d'installation		Coût de fonctionnement annuel		Sorties				
	Argent	Main d'œuvre	Argent	Main d'œuvre	Argent	Café	Unités d'érosion	Unité de pollution azotée	Unité de biodiversité
400 musacées	0	0	0	1	1	0	0	0	1
200 érythrines et 200 musacées	0	0	0	1	1	1	-1	0	1
100 érythrines, 50 arbres fruitiers, 50 arbres natifs "utiles" aux oiseaux	0	0	0	1	1	-2	-1	0	3
200 érythrines et 20 avocatiers	3	0	1	1	5	-1	-1	0	0
180 érythrines et 40 avocatiers	6	0	2	2	10	-2	-1	0	0

Tableau 8 Calibrage des cartes sur la gestion de la fertilité (Auteur)

INITITULES DES CARTES PROPOSEES	Coût de fonctionnement annuel		Sortie	
	Argent	Main d'œuvre	Café	Unité de pollution azotée
15 sacs par an par manzana en 2 ou 3 fois	2	1	2	0
15 sacs par an par manzana et chaulage	2	2	3	0
25 sacs par an par manzana en 3 fois	3	2	3	3
25 sacs par an par manzana en trois fois avec chaulage	3	2	4	3
25 sacs par ans par manzana en 5 fois	3	3	4	2

Tableau 9 Calibrage des cartes de gestion des adventices (Auteur)

INITITULES DES CARTES PROPOSEES	Entrée	Sortie
	Main d'œuvre	Unités d'érosion
2 désherbages mécaniques et 2 applications systématiques d'herbicide	1	2
3 désherbages mécaniques et une application systématique d'herbicide	2	1
4 désherbages mécaniques et usage non systématique et localisé d'herbicide	3	-1

Tableau 5 Calibrage des cartes sur la rénovation des terrasses (Auteur)

INITITULES DES CARTES PROPOSEES	Entrée	Sorties		
	Main d'œuvre	Café	Unités d'érosion	Unité de pollution azotée
Rénovation de 10% des terrasses de l'exploitation	2	1	-1	-1
Rénovation de 20% des terrasses de l'exploitation	3	2	-2	-2

Tableau 6 Calibrage des autres cartes relatives aux aménagements de la parcelle (Auteur)

INITITULES DES CARTES PROPOSEES	Coût d'installation	Coût de fonctionnement annuel		Sorties			
	Main d'œuvre	Argent	Main d'œuvre	Café	Unités d'érosion	Unité de pollution azotée	Unité de biodiversité
Canaux	2	0	0	0	-1	0	0
Barrières vives	1	0	1	0	-1	0	1
Protection des cours d'eau	0	0	0	-2	-3	-3	2

4.2 Intégration des SC café dans les systèmes d'activités des ménages de caféiculteurs

Les SC café structurent l'économie et le paysage de la zone. Des activités autour de cette production se développent. D'autres activités génératrices de revenus et/ou d'autoconsommation sans relation directe avec la caféiculture sont aussi possibles. Il existe donc une diversité de SA des ménages de caféiculteurs. Il est intéressant dans le cadre de notre étude de comprendre la place qu'occupe les SC café au sein de ces SA. Après une présentation rapide des caractéristiques socio-économiques des ménages enquêtés, nous caractériserons les différentes activités rencontrées en enquête. Ces données nous permettront de créer une typologie des SA. Ces types servent à la construction du jeu et au test de notre hypothèse relative à l'influence de la dotation en capitale et main d'œuvre sur la sensibilité aux instruments.

4.2.1 Caractérisation socio-économique des ménages enquêtés

La moyenne d'âge des agriculteurs enquêtés est de 53 ans (tableau 11). La majorité d'entre eux ont un niveau scolaire de fin d'école primaire. Cinq ont été au collège mais la plupart ont arrêté en cours de parcours. Les jeunes couples ont généralement trois enfants, alors que les couples plus âgés ont des familles plus nombreuses. En moyenne, les foyers enquêtés sont constitués de quatre personnes. Les femmes sont femmes au foyer. Elles participent parfois aux activités pour l'autoconsommation et à la récolte du café. Plus rarement, elles sont à l'initiative de micro-entreprise. Rares sont les enfants travaillant sur l'exploitation. Dans uniquement trois des familles enquêtées, les fils réalisaient l'entretien des parcelles de café avec leur père. Les migrations de membres de la famille vers la ville ou les Etats-Unis restent une alternative fréquente pour les jeunes. Huit des agriculteurs enquêtés ont déjà vécu aux Etats-Unis et dix ont au moins un enfant à la capitale ou aux Etats-Unis. Parmi eux, 4 reçoivent un appui financier de la part de cette personne.

<i>Classes d'âges</i>	<i>Effectif de producteurs</i>
<40	4
40≤x<50	8
50≤x<60	9
x≥60	9
Moyenne	52,7

Tableau 7 Âges des agriculteurs enquêtés

Les agriculteurs sont propriétaires de leurs terres. Cependant leurs titres fonciers ne sont pas forcément à jour. Sur l'ensemble des parcelles des agriculteurs enquêtés, plus de la moitié (43 sur 83) ont les documents nécessaires à la transmission de leur patrimoine : un plan cadastral et un titre de propriété (respectivement « plano » et « escritura publica » en espagnol). 27 des parcelles de l'échantillon ont uniquement l'un des deux titres et 13 sont sans titre de propriété. Concernant les superficies des exploitations, plus de la moitié des enquêtés (16 sur 30) ont moins de 2,8 hectares de café, tandis que d'autres ont entre 2,8 et 5,6 hectares de café (7 sur 30) voir plus de 5,6 hectares (7 sur 30). Parmi ces exploitations, petites ou grandes, 11 ont la totalité de leurs surfaces dédiées à la caféiculture. Les 19 agriculteurs restant ont de petites surfaces de forêt ou de plantation forestière, de pâturages ou de cultures vivrières.

Ces caféiculteurs (26 sur 30 des enquêtés) sont généralement membres de la coopérative CoopLlanoBonito, qui occupe une place centrale au sein de l'économie locale. Vendre à la coopérative est une question de tradition mais aussi le moyen d'accéder à certains services. De plus, les membres de cette organisation, que nous avons enquêtés affirment vouloir participer au développement de leur région à travers cette coopérative. Même si la majorité des producteurs sont membre de cette coopérative presque la moitié d'entre-deux vend à d'autres acheteurs. La tendance est bien à la diversification des acheteurs, même si les différences de prix d'achat du café proposés par les autres entreprises sont généralement négligeables. Seule l'entreprise Volcafé achète le café à des prix plus élevés (en moyenne 20 000 colones de plus par fanega). Certains argumentent ce changement de commercialisation par un accès au crédit plus facile avec la coopérative Coopetarrazu ou une avance du paiement du café plus importante avec les entreprises privées. D'autres mentionnent la crainte d'une faillite de la coopérative. Seuls certains des agriculteurs ayant des surfaces plus grandes ne vendent pas à la coopérative. Ils préfèrent négocier les prix avec des entreprises privées ou vendre à des exportateurs spécialisés un café transformé via leur « microbeneficio ».

4.2.2 Diversité des activités des ménages de caféiculteurs

Au cours des enquêtes, nous avons recensé différentes activités agricoles et non agricoles. Nos résultats sont principalement qualitatifs. Les quelques chiffres donnés sont des ordres de grandeur obtenus à familiale.

L'apiculture est une autre activité d'élevage relativement répandue dans la zone. Nous avons rencontrés trois partir des exemples rencontrés lors de ces entretiens. Il ne s'agit en aucun cas de chiffres exacts. Le tableau 12 récapitule les caractéristiques de l'ensemble des activités présentées dans cette partie.

4.2.2.1 Activités liées à l'agriculture

Trois diversifications en relation avec la production de café sont possibles. Treize des agriculteurs enquêtés intègrent à leur exploitation une activité de l'amont de la filière : la production de plants de caféiers. Ils mettent en place de petites pépinières. Elles se trouvent généralement autour de leur maison ou sur des terres prêtées voir louées. Un accès à un point d'eau est nécessaire sur ces terres. Des surfaces avec des faibles pentes sont également recommandées. Par conséquent, il n'est pas toujours facile de trouver un espace approprié à cette activité. Les agriculteurs ont la possibilité d'utiliser deux techniques pour produire ces plants. Certains plantent les semences dans des sacs en polyéthylène avec substrat, d'autres en plein champ. Produire des plantules en sacs occupent moins d'espace que le faire en plein champs. Il s'agit d'un avantage non négligeable, étant donnée la rareté des espaces libres dans la zone. Cependant, cette méthode revient plus chère, puisqu'il faut acheter les sacs et le substrat pour les remplir. Peu importe le type de pépinière, les plantules y restent environ un an, avant d'être vendues ou plantées dans l'exploitation. Cette culture de plant est délicate et nécessite donc une attention particulière du caféiculteurs. Les agriculteurs les fertilisent à trois reprises et les traitent contre les maladies fongiques tous les mois. Dans le cas d'une pépinière en plein champ, un désherbage manuel régulier est aussi nécessaire. Cette production peut être

vendue à des voisins pour compléter le revenu de la famille ou être utilisée dans l'exploitation pour réduire les coûts de production du café.

D'autres caféiculteurs décident de transformer leur café et créent un « micro-beneficio ». Trois agriculteurs de notre échantillon se sont lancés dans cette activité. Le témoignage de ces agriculteurs et le manuel à l'installation de « micro-beneficio » du MAG nous ont permis de comprendre les difficultés et les avantages qu'apportent cette activité. L'atout majeur est la valeur ajoutée, qu'elle apporte au café. Elle produit aussi à partir des restes de cerises de café des engrais organiques. Ces engrais sont ensuite épandus sur les parcelles de café. Néanmoins, l'installation d'un tel atelier de transformation nécessite un investissement initial élevé (5 990 000 colones). Il faut, en effet, acheter l'ensemble du matériel de traitement et de séchage du café. Pour rentabiliser cet achat, il est recommandé qu'un minimum d'une trentaine de fanegas de café par an y soit transformée. Pour cela, les agriculteurs doivent au moins avoir 3,5 hectares de café. Autre contrainte, l'installation de l'équipement se fait uniquement sur des zones planes, où l'accès à l'eau et l'électricité est possible et les risques de glissement de terrain faibles. Trouver un espace adapté peut donc s'avérer compliqué. A cela s'ajoute des difficultés administratives. Les agriculteurs sont contraints de demander différentes autorisations à la municipalité et au ministère de la santé. Ils doivent également mener certaines démarches auprès de l'ICAFE. Or la réglementation des « micro-beneficios » est la même que celle des entreprises transformatrices de café, qui travaillent à plus grande échelle. Les procédures sont donc parfois longues et compliquées. De plus, l'installation de cette activité demande l'apprentissage de nouvelles connaissances et donc un accès à la formation et au conseil. Cette nouvelle activité requiert une réorganisation importante en terme de gestion de la main d'œuvre. Le café est en effet transformé durant la récolte, pic de travail du calendrier de production du café. La main d'œuvre familiale est donc souvent mobilisée durant tout l'été pour assurer la récolte, la transformation et la commercialisation du café. Quand elle est insuffisante, l'emploi de main d'œuvre temporaire devient indispensable.

Une dernière activité en relation avec la production de café s'offre aux producteurs : travailler sur les parcelles d'autres caféiculteurs. La population d'agriculteurs étant vieillissante, la demande en main d'œuvre temporaire voire permanente est à l'augmentation dans la zone, que ce soit en été ou en hiver. Les opportunités pour être collecteurs de cerises en été et/ou ouvriers agricoles en hiver sont donc nombreuses. Quatre agriculteurs parmi les trente enquêtés sont ouvriers agricoles. Les femmes et les enfants qui généralement ne participent pas à la production de café contribuent parfois à la récolte du café d'autres exploitations. Cela leur permet d'accumuler un petit pécule pour des dépenses ponctuelles.

D'autres activités agricoles sans lien direct avec la caféiculture existent. Les caféiculteurs ont la possibilité de développer de petits élevages. Il est, par exemple, courant qu'ils aient une à deux vaches dans une étable près de leur foyer. Quatre des agriculteurs enquêtés ont un élevage de ce type. Le lait est soit vendu aux voisins, soit destiné à la consommation de la famille. Étant donné le faible nombre d'animaux et la proximité entre l'étable et le logement de la famille, cette activité demande peu de temps de travail. Cela peut représenter une heure par jour pour alimenter et traire deux vaches. Cet élevage implique cependant des coûts non négligeables pour les familles modestes. Ces dépenses sont relatives

à l'alimentation (concentrés) et les soins vétérinaires (vaccins et antiparasitaires). Le coût d'entretien d'une vache par an est approximativement de 250 000 colones. Certains complètent cette activité avec un petit atelier de transformation fromage artisanale destiné à la vente et/ou l'autoconsommation.

Les petits élevages porcins sont aussi communs. Nous avons enquêté cinq producteurs qui engraisent un à trois porcelets par an. Comme pour l'élevage bovin présenté précédemment, cette activité a l'avantage d'occuper peu d'espace. Les animaux sont nourris avec les bananes récoltées sur les parcelles de café et des concentrés. L'alimentation et les soins des porcins sont moins coûteux que celles des bovins. La production est la plupart du temps destinée à la consommation familiale.

L'apiculture est une autre activité d'élevage relativement répandue dans la zone. Nous avons rencontré trois caféiculteurs-apiculteurs. Des formations d'apiculture sont proposées par l'INA pour accompagner cette diversification. Les caféiculteurs peuvent avoir entre 20 à 25 ruches sur en moyenne 0,5 hectare. Ils produisent 300 à 600 kilos de miel. L'agriculteur doit engager des dépenses au début de son activité pour s'équiper puis annuellement pour alimenter les abeilles en hiver et les traiter préventivement contre certaines maladies. L'ensemble de ces frais restent inférieurs à 200 000 colones par an. Le miel est vendu localement ou à des commerçants des villes voisines à environ 1600 colones le kilo. Cette activité a l'avantage d'occuper peu d'espace. Néanmoins, elle requière une organisation particulière, car son pic de travail est en même temps que celui de la culture du café. En effet, les agriculteurs doivent collecter le miel et gérer la population d'abeilles durant la période de récolte.

Les petits élevages avicoles à des fins d'autoconsommation sont aussi très fréquents. Les œufs sont parfois vendus, quand il y a des excédents.

Seuls les agriculteurs ayant plus de capitaux financier et foncier gèrent des cheptels plus importants. Uniquement trois de nos enquêtés ont de tels élevages. En effet, étant donné le peu de foncier disponible et son prix, rares sont ceux, qui ont accès à des surfaces de pâture. Ils peuvent avoir : une dizaine de vaches en pâture et/ ou une trentaine de porcs. Les élevages porcins sont de type engraissement et/ou naisseur. Toutefois, les élevages naisseurs sont plus inhabituels, car ils demandent plus de temps de travail et d'espace.

En plus de ces différentes activités, les agriculteurs produisent parfois d'autres cultures que le café. Il s'agit généralement de cultures vivrières comme des tubercules, du maïs, des haricots rouges et/ou de la canne à sucre. Ces cultures ne nécessitent peu voire pas d'intrants et de temps de travail. Certaines espèces comme le maïs se cultivent en association avec les pieds de caféiers encore non productifs. Ces cultures se font également dans les jardins des producteurs ou sur de petites surfaces louées (0,2 hectare). Ces produits font rarement l'objet de commercialisation.

Les arbres fruitiers des parcelles de café sont aussi utilisés pour l'autoconsommation des familles. Les agriculteurs plantent ces arbres mais ne réalisent pas de traitement ou de fertilisation pour optimiser cette production. Des bananes, des mangues, des oranges, des citrons peuvent, par exemple, être produits.

Une dernière culture est commune dans la zone, l'avocatier. 12 des 30 agriculteurs enquêtés utilisent comme ombrage des avocatiers, dans le but de produire ce fruit. Si ces

arbres sont greffés, fertilisés et traités, les avocats sont commercialisés. Cette production permet un complément de revenu intéressant. Cependant cette culture a généralement comme impact des baisses de rendement des caféiers.

4.2.2.2 Activités non liées à l'agriculture

Les offres d'emploi hors secteur agricole sont rares dans la zone. Malgré cela, quelques uns des agriculteurs enquêtés ont un poste à pleins temps ou à temps partiel sur des durées plus ou moins longues. Nous avons rencontré quatre agriculteurs dans cette situation : deux travaillent dans le secteur de la vigilance, un est comptable et un est ouvrier dans le bâtiment. De plus, deux des enquêtés avaient déjà eu un poste à l'ICE, qui durant la construction du barrage avait besoin de nombreux employés. Ces emplois ont l'avantage d'apporter un revenu fixe et régulier aux familles.

Pour remédier à cette rareté d'opportunité d'emploi, certains créent leur propre entreprise. Cela concerne cinq des agriculteurs enquêtés. Leurs projets sont de différents types : création d'une épicerie, lancement d'une petite entreprise de transport scolaire, vente de vêtements, vente de pain et pâtisseries, ouverture d'un restaurant... Ces activités impliquent souvent le travail de l'épouse du caféiculteur. Les investissements initiaux peuvent être plus ou moins importants selon les projets. Néanmoins pour la majorité, il s'agit de micro-entreprises familiales qui requièrent peu d'investissements et aucun emploi extérieur à la famille.

Tableau 8 Diversité des activités des ménages de caféiculteurs

	Forces	Faiblesses	Opportunités/limites
Transformation du café	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleure valorisation du café • Création d'emplois pour les membres de la famille • Production d'engrais organiques 	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement initial important • Besoin d'un terrain avec accès à l'eau • Main d'œuvre supplémentaire nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Accompagnement par le MAG • Existence d'un marché de niche pour ces cafés
Micro-entreprise non agricole	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification des sources de revenus • Création d'emplois pour les membres de la famille 	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement nécessaire • Sources de revenus souvent variables, non régulières 	
Ouvrier agricole	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification des sources de revenus • Aucun investissement ou coût 	<ul style="list-style-type: none"> • Sources de revenus variables, non régulières 	<ul style="list-style-type: none"> • Agriculteurs vieillissants, la main d'œuvre extérieur
Pépinière de plants de café	<ul style="list-style-type: none"> • Approvisionnement en plantules de café pour l'exploitation • Possibilité de vendre les excédents 	<ul style="list-style-type: none"> • Culture délicate • Difficulté pour trouver un espace approprié 	
Petit élevage bovin lait	<ul style="list-style-type: none"> • Autoconsommation • Possibilité de vendre les excédents 	<ul style="list-style-type: none"> • Rentabilité limitée 	
Petit élevage porcin d'engraissement	<ul style="list-style-type: none"> • Autoconsommation • Possibilité de vendre les excédents • Activité peu coûteuse • Permet de valoriser les fruits des musacées des SAF 		
Aviculture	<ul style="list-style-type: none"> • Autoconsommation • Possibilité de vendre les excédents • Activité peu coûteuse 		
Apiculture	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification des sources de revenus 	<ul style="list-style-type: none"> • Investissement initial pour s'équiper • Pic de travail en même que la récolte du café • Formation nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Proposition de formation par l'INA
Elevage bovin lait moyen	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification des sources de revenus • Autoconsommation • Vente de fromage possible 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de trésorerie nécessaire • Rentabilité limitée • Prix et rareté des pâturages 	
Elevage moyen porcin d'engraissement	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification des sources de revenus • Autoconsommation 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de trésorerie nécessaire • Occupe de l'espace 	
Elevage porcin naisseur	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification des sources de revenus 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacité de trésorerie nécessaire • Occupe de l'espace • Temps de travail augmenté durant les naissances (parfois lors de la récolte du café) 	<ul style="list-style-type: none"> • Existence d'une demande locale
Avocatier	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification des sources de revenus • Autoconsommation 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse des rendements en café • Capacité de trésorerie nécessaire 	<ul style="list-style-type: none"> • Existence d'une association de producteurs pour la commercialisation • Proposition de formation par l'INA
Cultures vivrière et arbres fruitiers	<ul style="list-style-type: none"> • Autoconsommation • Aucune dépense nécessaire 		
Autres emplois non agricole	<ul style="list-style-type: none"> • Diversification des sources de revenus • Entrée d'argent fixe et régulière 	<ul style="list-style-type: none"> • Beaucoup moins de temps pour entretenir les caféiers, besoin en main d'œuvre extérieur 	<ul style="list-style-type: none"> • Opportunité d'emplois rares

4.2.3 Typologie de systèmes d'activités

Ces activités se combinent de différentes manières dans les ménages. Les déclinaisons de ces combinaisons ont été résumées grâce à une typologie de SA. Des critères discriminants ont été choisis pour décrire chacun des types. Les critères, qui ont été retenus sont les suivants :

- part de la vente du café dans les revenus de la famille ;
- surface de l'exploitation dédiée à la culture du café ;
- nombre de personnes de la famille disponibles pour entretenir les parcelles en hiver par manzana ;
- type de main d'œuvre travaillant sur les parcelles de café en hiver ;
- type de main d'œuvre travaillant sur les parcelles de café en été ;
- type d'activités génératrices de revenus du foyer.

Les dires des agriculteurs ont orienté ces choix d'indicateurs. En effet, lors de nos enquêtes, les agriculteurs ont souvent mis en avant leurs problèmes de gestion de main d'œuvre. L'organisation du travail et l'emploi de force de travail extérieure sont apparus comme des problématiques centrales pour la conduite du SC café et le développement d'autres activités. Le discours des enquêtés a aussi mis en évidence que la structure et le fonctionnement des SA dépendent fortement de la place qu'occupe la caféiculture au sein de ce système. Les caféiculteurs ne mentionnaient jamais spontanément les activités autres que la production de café.

Une analyse de conglomerats (fonction Ward, distance Gower, coefficient cophonétique= 0.745, n=29) a permis la construction de la typologie sur la base des indicateurs identifiés (Annexe 7). Une des exploitations de l'échantillon a été exclue pour réaliser cette analyse. Il s'agit en effet d'un cas particulier : un producteur ayant développé un élevage de truites. La pisciculture occupe une place centrale dans le SA de cette exploitation. C'est l'unique activité piscicole de la zone. Il ne semble pas avoir d'autres endroits, où l'accès à l'eau soit suffisant, pour remplir les bassins d'élevage.

On distingue quatre types de SA, dont la description détaillée est présentée dans le tableau 14. Les SA de type 1 sont faiblement dotés en capital et en foncier mais disposent de main d'œuvre familiale. La majorité de leurs revenus provient du salaire d'un emploi fixe ou d'ouvrier agricole. Chez les types 2 et 3, le café occupe une place plus importante au sein du SA. Les SA du type 3 sont plus spécialisés que ceux de type 2 : plus de 50% des revenus du foyer proviennent de la production du café. Toutefois, il est courant que ces SA comprennent un emploi fixe ou une petite entreprise non agricole nécessitant peu d'investissement. Nous relevons également des différences de gestion de la main d'œuvre entre ces deux types de SA. Dans le cas du type 3, la main d'œuvre familiale est insuffisante pour assurer l'entretien et la récolte du café. Des ouvriers agricoles temporaires sont donc employés. Au contraire, dans le cas des SA de type 2, la main d'œuvre sollicitée pour la culture du café est presque exclusivement familiale. Les types 4 et 5 représentent d'autres SA, dont les exploitations agricoles sont plus grandes que ceux des trois types précédemment décrits. Ce sont les agriculteurs de ces types qui commercialisent des avocats et développent des élevages bovins et/ou porcins de taille moyenne. De plus, le type 4 a comme particularité la présence ou le

projet d'installation d'un « micro-beneficio ». Les SA de types 4 et 5 se différencient également par les types de main d'œuvre, qu'ils emploient. L'un repose sur une force de travail à la fois familiale et extérieure, tandis que le second représente des exploitations patronales sans main d'œuvre familiale engagée.

Des tests de corrélation complètent cette caractérisation des SA (Annexe 7). Ils apportent notamment des détails sur les modes de commercialisation du café. Le type 1 et ceux pour lesquels le café représente moins de 50% du revenu vendent à un seul acheteur, la coopérative de Llano Bonito. Au contraire, les SA dans lesquels le café représente plus de 50% du revenu, c'est-à-dire ceux des types 2, 3 et 4, le commercialisent via plusieurs entreprises. Ce résultat paraît cohérent. En effet, plus les volumes de café vendus sont importants, plus l'intérêt du caféiculteur à sécuriser sa commercialisation et à s'assurer de bons prix de vente est grand.

Les tests de corrélation ont aussi montré que les agriculteurs des SA de type 5 sont relativement plus âgés que ceux des autres types. Les exploitations des types 5 sont, en effet, le produit de processus d'accumulation progressive de capital et foncier, d'où les âges plus avancés de ces caféiculteurs. A l'inverse, ceux du type 4 sont plus jeunes que les agriculteurs des autres SA. Cette différence d'âge est à mettre en relation avec la présence de « micro-beneficio » dans ces exploitations. Cette activité est récente dans la zone et implique l'achat d'équipements à rentabiliser dans le temps. Il n'est donc pas étonnant que les producteurs à l'origine de ces SA soient relativement jeunes.

Nous avons également réalisé des tests de corrélation entre les indicateurs relatifs aux SC café et ceux des SA. Selon ces analyses statistiques, seuls les agriculteurs de SA de type 5 présentent des pratiques spécifiques. Ils utilisent de l'engrais organique et réalisent un désherbage chimique non systématique. Ce résultat est cohérent avec les stratégies que déploient ces agriculteurs. Effectivement, ces agriculteurs prennent en compte la dimension environnementale dans leurs choix de pratiques, afin de se distinguer au sein des marchés des cafés de qualité de « micro-beneficio ».

D'autres tests statistiques permettent de dire qu'il n'existe pas de lien direct entre : SA et présence d'activités d'autoconsommation ; SA et émigration passée de l'agriculteur ; SA (type 5 exclu) et gestion du SC café ; SA et justification de la lutte contre l'érosion ; SA et représentation du phénomène d'érosion.

Tableau 9 Typologie des SA du sous-bassin versant de Llano Bonito

Type	Effectifs	Surface café	% des revenus du ménage la famille dépendant du café	Main d'œuvre	Activités	Autres
1	6	<1,4 hectares 100% de la surface de l'exploitation avec café	< 50%	0.8 hectare travaillés par une personne de la famille en moyenne Toujours familiale en hivers et en été	Autre emploi fixe à temps pleins ou partiel sans qualification (entrées d'argent fixes et régulières tout au long de l'année) Ou ouvrier agricole	Un acheteur. la coopérative
2	6	1,4-3,5 hectares		1.9 hectares travaillés par une personne de la famille en moyenne Principalement main d'œuvre familiale en hivers et en été	Emploi fixe à mi-temps ou temps complet sans qualification spécifique (entrées d'argent fixes et régulières tout au long de l'année <i>a priori</i> opportunités rares) Ou petite entreprise non agricole avec investissement faible (commerce ou service)	
3	10	1,4-3,5 hectares	>50%	2.8 hectares travaillés par une personne de la famille en moyenne Main d'œuvre mixte en été et en hivers	Activités agricoles nécessitant peu d'investissement et de surface (pas avocatier)	Souvent deux acheteurs
4	4	>4 hectares	> 50%	5,4 hectares travaillés par une personne de la famille en moyenne Main d'œuvre mixte en hivers et variable en été	Possibilité de micro-beneficio Avocatier pour la commercialisation ou élevage bovin laitier avec pâturage ou d'élevage porcin de taille moyenne	Ceux ayant microbeneficio généralement plus jeune (< de 50 ans) Usage non systématique d'herbicide et fertilisation organique plus fréquentes
5	4	> 4 hectares	>50%	0 hectare travaillé par une personne de la famille en moyenne Main d'œuvre 100% extérieure, avec certains employés à temps plein	Avocatiers pour la commercialisation Possibilité d'élevage bovin laitier avec pâturage ou d'élevage porcin de taille moyenne	Utilisent moins fréquemment les crédits de campagne que les autres types Au moins deux acheteurs Plus âgés que les autres types 60 et plus

4.2.4 SA dans le jeu

La typologie de SA a servi à construire les rôles imposés aux producteurs dans le jeu. Ces rôles permettent de tester notre hypothèse sur l'influence du type de SA sur la sensibilité des agriculteurs aux instruments. Cependant, au vu de la taille de notre échantillon et du nombre de sessions jouées, avoir cinq rôles différents aurait pu conduire à des résultats très épars et ininterprétables. Multiplier le nombre de rôles dans le jeu conduit à réduire les répétitions des résultats de chacun des joueurs par rôle. A des fins de simplification, un type de SA devait donc être exclu du jeu. Le type 2 qui correspond à une situation intermédiaire entre types 1 et 3 a été exclu pour plus de contrastes entre les jeux des différents rôles. Les rôles sont présentés dans le tableau suivant. Les coûts annuels pour faire vivre le ménage sont représentés par des unités d'argent à payer à chaque tour. En fonction des unités de main d'œuvre familiale du rôle, le montant de ces coûts a été fixé.

Tableau 10 Rôles imposés aux joueurs en début de jeu

Rôles dans le jeu	Types de SA correspondant	Unités de main d'œuvre familiale	Unité d'argent comme capital initial	Cartes activités	Coût en unité d'argent par tour pour le ménage
Rôle A (2 joueurs)	SA 1	16	7	« ouvrier agricole » ou « emploi fixe »	16
Rôle B (5 joueurs)	SA 3	8	10	« Apiculture »	8
Rôle C-1 (2 joueurs)	SA 4	2	20	« Micro-beneficio » « Culture d'avocat »	2
Rôle C-2 (3 joueurs)	SA5	2	20	« Culture d'avocat »	2

4.3 Identification des instruments d'incitation pour des SAF durable

Les analyses des SC et des SA ainsi que la compréhension du contexte institutionnel et agro-environnemental ont été mises à profit pour identifier de nouveaux instruments. Ces instruments ont ensuite été testés auprès des agriculteurs grâce au jeu. Dans cette partie, nous expliquerons le cheminement qui a conduit aux choix des instruments et les résultats de leurs tests.

4.3.1 Incitations existantes dans la zone d'étude

Avant de penser à créer de nouveaux instruments, il est essentiel de connaître l'existant, c'est-à-dire les dispositifs actuellement en place. Par conséquent, nous nous proposons dans cette partie d'évaluer le programme de PSE actuel, le projet pilote qui en est inspiré, la loi de protection des cours d'eau et les eco-labels. Pour cela, les données des enquêtes d'acteurs institutionnels, d'agriculteurs et de la bibliographie ont été utilisées.

4.3.1.1 Le programme PSE actuel dans le sous-bassin versant de Llano Bonito

L'entretien avec la FONAFIFO confirme la rareté des contrats PSE SAF dans notre zone. L'institution explique faire peu de communication, de peur, par la suite, de ne pouvoir couvrir la demande faute de ressources financières. Les contrats sont donc rares dans certaines zones isolées du pays, où l'information arrive difficilement aux agriculteurs. Les surfaces engagées dans des contrats PSE SAF entre 2010 et 2013 sont représentées sur la carte suivante. On constate qu'à peine 6 contrats de très petites surfaces ont été entérinés sur la zone d'étude. Dans le district de Dota, les surfaces sont plus importantes. Cette différence peut se justifier par la présence d'une organisation professionnelle qui accompagne techniquement et administrativement les agriculteurs souhaitant bénéficier de PSE. Il s'agit

d'un Centre Agricole Cantonal. Etant données les distances à parcourir depuis notre zone pour arriver à leur bureau, rares sont les producteurs de Llano Bonito qui sollicitent ses services. Parmi les 30 enquêtés, aucun ne nous a mentionné ce Centre Agricole.

Les présidents de cette organisation professionnelle et celui de l'association FUNCAFOR proposent d'autres hypothèses pour expliquer cette absence de PSE SAF. Selon ces deux acteurs, les agriculteurs de la zone ont déjà des parcelles arborées et ne souhaitent pas en implanter de nouveaux sur leurs parcelles. Ils émettent également l'hypothèse que peu d'agriculteurs ont des titres fonciers en règle et à jour, pré-requis de base pour accéder au programme. Nos enquêtes auprès d'agriculteurs ont permis d'éclairer ces hypothèses.

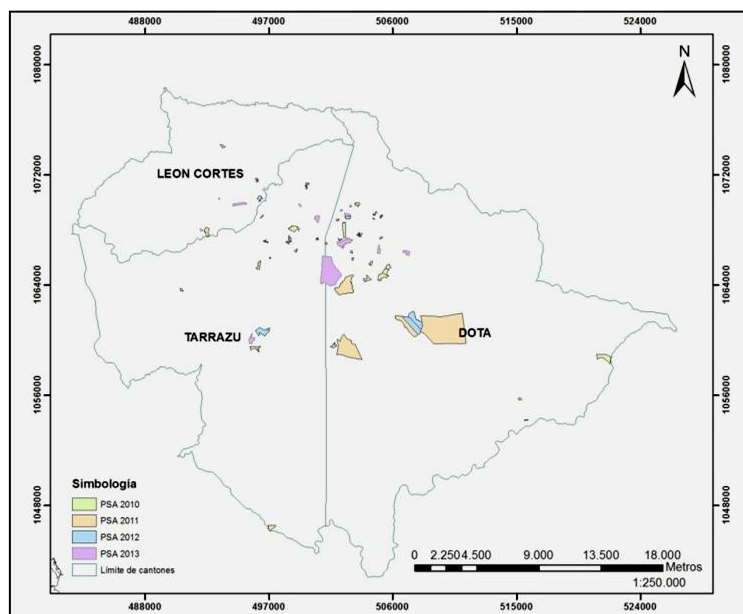


Figure 14 Localisation des contrats de PSE systèmes agro-forestiers dans la zone de Los Santos entre 2010 et 2013 (FONAFIFO, 2015)

Parmi les 30 enquêtés, 13 avaient déjà entendu parler de PSE. Cependant, ces agriculteurs ne connaissent pas le fonctionnement de ces contrats. De plus, ils ne pensent pas être concernés par le programme. Ces treize agriculteurs disent avoir lu ou entendu le terme de PSE à la télévision, dans des discussions avec des pairs ou dans des brochures de l'ICE. Par exemple, un agriculteur explique : *"Ce n'est pas quelque chose, qu'il y a ici. Je sais qu'il y a d'autres endroits du pays, où cela se fait. Ils sèment des arbres et on leur donne une collaboration. Ce n'est pas grand-chose mais, au moins, c'est une aide. Mais ici c'est quelque chose de nouveau. Il n'y a pas de projet de ce type."* Seuls trois agriculteurs semblaient connaître le principe et les conditions de certains des contrats PSE. L'un d'eux a, en effet, un contrat de conservation des forêts en cours. Un second a déjà participé à un projet ponctuel de type PSE SAF. Le troisième a tenté de bénéficier du programme pour conserver une parcelle de forêt mais a renoncé faute de financement pour la mise à jour de ses titres de propriété.

Cette question de titre foncier qui avait été évoquée par les acteurs institutionnels a aussi été explorée lors des enquêtes. Il pourrait, en effet, s'agir d'une limite potentielle pour le développement de PSE dans la zone. Rappelons que 27 sur 83 des parcelles de l'échantillon ont uniquement un des deux titres requis pour le PSE et 13 sont sans titre de propriété. Les agriculteurs commentent que les procédures pour les obtenir sont chers. Ils les acquièrent donc petit à petit, parcelle par parcelle.

Pour compléter cette évaluation du PSE SAF, les conditions techniques de ces contrats ont été présentées, en enquête aux agriculteurs, afin de connaître leurs opinions. Nous leur avons demandé, si dans le cas de leur exploitation planter 70 arbres par hectare du genre Inga (érythine ou « guaba ») et Gliricidia sepium (« madero negro ») ou de type arbre de bois de coupe serait possible. Sur 28, 14 ont répondu positivement. Cette proposition leur paraissait techniquement et économiquement possible. A l'inverse, l'autre moitié de l'échantillon a dit ne pas être intéressée par cette pratique. Certains considèrent que leurs parcelles sont suffisamment arborées (7 sur 14), d'autres que les espèces d'arbres proposées ne leur conviennent pas (7 sur 14). Ces derniers préféreraient agrémenter leurs SAF d'arbres fruitiers pour l'autoconsommation de la famille ou la commercialisation d'avocats.

Nous avons également discuté de l'intérêt de donner un paiement pour réaliser cette pratique. Sept des 30 agriculteurs enquêtés pensent que peu importe l'existence d'un paiement, ils ne planteraient pas un tel nombre d'arbres des espèces proposées. Quatre autres jugent non nécessaire un paiement pour encourager cette pratique. Les agriculteurs restant pensent qu'un paiement pourrait les aider à la mettre en œuvre. Parmi eux :

- 2 disent que n'importe quel montant pourrait être intéressant,
- 5 proposent un montant par arbre (entre 400-1000 colones par arbres, moyenne 664 colones),
- 12 n'ont pas d'idée de montant.

Sans accompagnement des agriculteurs et avec les conditions et pré-requis actuels, le développement du PSE SAF dans la zone semblent compromis. Ce type de PSE n'a donc pas été retenu pour le test d'instrument à travers le jeu.

4.3.1.2 Projet pilote de PSE dans le sous-bassin versant de Llano Bonito

Le projet pilote de PSE spécifique à la caféiculture en SAF est méconnu de tous les agriculteurs de la zone. Seul 21 caféiculteurs sur l'ensemble du pays ont pu en bénéficier. Le programme n'a pas encore vu le jour, du fait de manque de financements et de coordination entre les différentes institutions, dont il dépend (communication personnelle, président de la FUNCAFOR, 2015).

Comme pour le PSE SAF, nous avons simplifié les conditions techniques de ce contrat pour pouvoir les discuter en enquêtes avec les agriculteurs. Les conditions proposées par ce projet pilote sont complexes (voir contexte). Elles ont été réduites aux critères suivants : maintien et entretien de minimum de 70 arbres par hectare avec 3 espèces différentes et un minimum de 8 arbres par hectare en libre croissance. Une grande majorité des agriculteurs (21 sur 27) pensent que dans le contexte actuel cette pratique est réalisable d'un point de vue technico-économique dans leur exploitation. Parmi eux cinq agriculteurs disent déjà maintenir ainsi leurs parcelles. Les quatorze autres pensent qu'ils pourraient peut-être réaliser cette pratique, s'il y avait un paiement. Ils expliquent que certains arbres en bord de parcelle peuvent être laissés en libre croissance, sans que cela affecte de manière significative la production. Ils précisent que ces arbres peuvent être des arbres fruitiers ou de bois de coupe. Ils justifient également l'intérêt de cette pratique pour la faune et plus spécifiquement les oiseaux. Seuls six des enquêtés ne pensent pas que les conditions proposées soient réalisables. Cinq considèrent qu'il n'est pas possible d'avoir des arbres en libre croissance à

cause de l'augmentation des risques de maladies causée par l'ombrage. Un pense qu'avoir trois espèces différentes n'est pas une bonne chose pour la production. Trois de ces cinq personnes déclarent que peu importe l'existence d'un paiement, elles ne réaliseraient pas cette pratique.

Le bilan des effets potentiels de cet instrument est mitigé. La complexité des conditions sur l'ombrage pourrait compromettre sa mise en œuvre. De plus, les pré-requis sur le foncier seraient *a priori* les même que ceux du PSE SAF actuel. Il s'agit donc d'un autre facteur limitant pour son adoption par les agriculteurs de la zone. Néanmoins notre simplification semble intéresser une majorité des producteurs. Nous avons donc essayé d'adapter cet instrument dans notre jeu.

4.3.1.3 *Eco-labels dans le sous-bassin versant de Llano Bonito*

Les entretiens auprès des agriculteurs apportent des données sur l'application des éco-labels sur ce territoire. Seuls 8 des 30 agriculteurs enquêtés pensent produire du café certifié. Sur ces 8 personnes uniquement 3 ont pu citer des noms d'éco-labels. Cet instrument est donc peu connu des agriculteurs.

Nos enquêtes d'acteurs institutionnels et la bibliographie permettent également de mieux comprendre comment s'appliquent les mécanismes de certification du café à Llano Bonito. La certification des agriculteurs de la zone passe souvent par l'intermédiaire de la coopérative CoopLlanoBonito. La certification de la coopérative est elle-même accompagnée par l'organisation COOCAFE. Les agriculteurs n'ont généralement aucun lien direct avec les entreprises certificatrices.

Les certifications de la coopérative sont : CAFE Practices de Starbuck Coffee et Commerce Equitable de FLOCERT. Les cahiers des charges de ces certifications n'incluent pas de critère précis concernant la conservation des sols, la protection de la ressource hydrique et la protection de la biodiversité. Les standards proposés sont développés au niveau international et sont souvent moins contraignants que la loi costaricaine. Les certifications Rainforest Alliance via la coopérative CoopTarrazu et AAA via Volcafé ont plus de critères portant sur l'environnement dans leur cahier des charges. Pour celle de Rainforest, il inclut par exemple des contraintes sur la couverture de l'ombrage des parcelles (40%). Néanmoins l'indicateur utilisé est uniquement mesurable par des experts du fait de sa complexité. Il dépend de la densité d'arbres, de leur âge, des espèces et du type de taille. Cet indicateur est donc difficilement compris et modulable par les agriculteurs. Cette certification prend également en compte la protection des cours d'eau, mais cette condition n'est que très peu appliquée (Jesus Crespo, 2015). De plus, ces deux certifications sont peu répandues dans la zone : 1 sur 30 des enquêtés est certifié Rainforest et 5 triple A.

Il est aussi important de relever que pour être certifié, il n'est pas nécessaire que toutes les conditions du cahier des charges soient remplies. Certaines sont en effet facultatives.

De plus, les systèmes de contrôle ne semblent pas être très efficaces. La vérification du respect de leur cahier des charges ne concerne, chaque année, que très peu d'agriculteurs. Les choix des exploitations auditées et de la date des audits sont faits par l'ingénieur agronome de la coopérative (communication d'une responsable de la certification de Starbuck Coffe, 2015). Les résultats de ces contrôles ne sont *a priori* pas représentatifs de l'ensemble des

exploitations de la zone. Seul le programme triple A implique une visite annuelle de l'ensemble des exploitations certifiées.

Ces différentes observations nous amènent à penser que, dans la zone d'étude, ces certifications n'apportent pas d'additionnalité environnementale significative et sont peu cohérentes au vu des objectifs environnementaux recherchés. Nous n'avons donc pas choisi de retenir ce type d'instrument pour le jeu.

4.3.1.4 *Loi de protection des cours d'eau*

Les informations sur la loi de protection des cours d'eau qui impose une bande de protection entre les caféiers et les cours et sources d'eau sont difficiles d'accès. Les différents acteurs institutionnels enquêtés nous ont donné des largeurs des bandes réglementaires différentes (entre 50 et 15 mètres). Toutefois, les dires de ces personnes et des agriculteurs permettent d'affirmer qu'aucun contrôle n'a lieu. L'unique risque encouru pour le non-respect de cette loi est la dénonciation par un autre agriculteur. C'est le cas d'un des agriculteurs de notre échantillon. Un règlement de compte suite à un conflit foncier a conduit à cette situation. Avant cette expérience, il ne connaissait pas les conditions exactes de la loi.

De plus, nos enquêtes ont montré que cette loi est peu connue des agriculteurs et souvent non respectée. 13 des agriculteurs enquêtés ignoraient son existence et 9 cultivaient du café à moins de 15 mètres d'une source ou d'un cours d'eau.

Malgré cette méconnaissance de la loi, tous les agriculteurs considèrent cette protection comme une « bonne pratique » à réaliser. Cependant tous affirment qu'il est économiquement difficile de supprimer une portion des parcelles de café. Les propos suivant d'un des enquêtés illustrent cette idée : « *Avec tous ce que je fais déjà, je m'en sors à peine et ceux en cherchant des financements. Si je dois faire d'autres choses comme ça, ce sont plus de coûts, cela me mènerait probablement à la faillite. Ou alors il devrait y avoir des facteurs très bons pour que je le fasse, des bons prix du café ou des financements à faible intérêt et à long terme.* ». Pour 19 des 25 agriculteurs ayant répondu aux questions sur ce sujet, la mise en place de la bande de protection serait éventuellement possible avec une aide financière. Trois autres enquêtés voient cette suppression de terre comme non négociable, peu importe l'existence d'une incitation économique.

Pour conclure, ce dispositif réglementaire pour la protection des cours d'eau, nous apparaît peu efficace dans la zone. Comme cette pratique de protection des cours d'eau a un impact environnemental certain et est encore peu appliquée, nous avons décidé d'essayer d'adapter cet instrument dans le jeu.

4.3.2 *Opinions des agriculteurs sur des pistes potentielles d'améliorations techniques*

Au-delà des pratiques promues par les instruments présentées, nous avons pu identifier d'autres pistes d'améliorations techniques intéressantes en terme de fourniture de SE :

- la suppression des applications d'herbicides ;
- une taille légère de l'érythrine ;
- la baisse des doses de fertilisation.

Il pourrait potentiellement être intéressant de les encourager. Nous avons donc demandé aux producteurs de café, ce qu'ils pensaient de ces pratiques et si ils auraient besoin d'accompagnement pour les mettre en œuvre.

Suppression des applications des herbicides

Huit sur 25 des agriculteurs qui se sont exprimés sur l'élimination des désherbages chimiques pensent cette pratique est strictement irréaliste. Les autres jugent qu'elle serait possible, même si compliquée à mettre en œuvre. En effet, plus de la moitié de l'échantillon (15 sur 25) a expliqué que dans les conditions actuelles cette pratique n'est pas réalisable pour des raisons d'ordre technico-économique. Tous mentionnent les temps supplémentaires de travail qui seraient alors nécessaires pour désherber manuellement. Six considèrent également que le « zéro herbicide » est impossible, car certaines adventices sont uniquement contrôlables chimiquement. Deux autres insistent sur l'insuffisance des coupes manuelles pour maintenir les parcelles « propres », lors de la récolte. Ainsi, seule une minorité d'agriculteurs a affirmé être proche de l'objectif « zéro herbicide » et considèrent donc cette pratique comme réalisable. Toutefois, parmi ceux utilisant des herbicides, 14 pensent qu'ils pourraient mettre en œuvre cette pratique, si une aide financière leurs était apportée.

Nous avons conclu de ces différentes remarques qu'une élimination totale des herbicides serait complexe. Un contrôle chimique raisonné, c'est-à-dire non systématique et localisé semblerait être un bon compromis entre impacts environnementaux réduits et faisabilité technico-économique. Il s'agit donc d'une des pratiques que nous avons retenue comme intéressante à inciter dans le jeu.

Taille légère de l'érythrine

Concernant la taille de l'érythrine en avril, nous avons discuté la possibilité de laisser au moins quatre branches moyennes par arbre. 18 des 25 agriculteurs ayant répondu aux questions sur ce sujet pensent cette pratique réalisable. Parmi eux : 8 considèrent qu'ils réalisent déjà une telle taille ; 3 pensent qu'ils pourraient la mettre en œuvre sans qu'une incitation économique soit nécessaire ; 7 pensent qu'ils adopteraient cette pratique, s'il existait une incitation économique. Les 7 agriculteurs restant considèrent cette pratique comme inappropriée. Ils évoquent la nécessité du soleil pour l'induction florale et les problèmes de maladies liés à l'ombrage. Certains voient également ce type de taille comme techniquement plus difficile et longue en comparaison à leur méthode actuelle. Même avec une incitation économique, ils n'envisageraient pas de la mettre en œuvre.

Même si la majorité des agriculteurs semblait intéressée par cette pratique, nous avons finalement écarté la possibilité de l'encourager dans le jeu. Les effets de la taille sur l'érosion et la biodiversité sont encore très peu connus. De plus, les temps de travail pour réaliser ce type de taille donnés en enquête étaient très éparés. Il était donc difficile de calibrer les unités d'entrée et de sortie d'une telle carte, c'est pourquoi nous avons décidé de l'exclure du jeu.

Baisse des doses de fertilisants

Afin de réduire les risques de pollution azotée, une baisse des doses d'engrais chimique a aussi été discutée avec les agriculteurs. Seuls 6 des enquêtés ont jugé possible une diminution des doses appliquées. Parmi trois utilisent déjà des doses égales ou inférieures à 15 sacs par hectare (168 kgN/hectare/an). Tous les autres agriculteurs ont insisté sur l'impossibilité de moins fertiliser. D'après eux, la baisse de rendement serait trop importante et cela aurait également des répercussions sur la production de l'année suivante. Plusieurs ont réalisé des comparaisons entre un caféier peu fertilisé et un être humain affaibli à cause d'un

régime alimentaire sévère ou une famine. Par ailleurs, aucun des agriculteurs ne mentionnait les problématiques de pollution azotée.

Il nous a paru intéressant dans le jeu d'inciter des fertilisations plus raisonnées que celles actuelles, dans le but de sensibiliser les agriculteurs à cette question.

4.3.3 Choix des incitations testées dans le jeu

Au vu des résultats des enquêtes précédemment présentés, nous avons défini les règles de jeu à tester pour évaluer les effets de certains instruments. Afin que la durée de jeu reste inférieure à trois heures, seuls trois types d'instruments ont pu être testés.

L'instrument testé, au 1^{er} tour est un arrangement du dispositif de la loi de protection des cours d'eau. Nous avons en effet souhaité simuler un instrument de type coercitif. A la différence de la situation actuelle, dans le jeu, cette loi est contrôlée et des amendes distribuées en cas de non respect. Pour simuler ce contrôle, les joueurs jettent un dé. Dans le cas, où le résultat du lancement de dés est un ou deux, l'animateur vérifie, si la carte protection des cours d'eau est jouée ou non dans l'exploitation du joueur. Si l'agriculteur ne l'a pas mise en jeu, il paie une amende de 6 unités d'argent. La règle est annoncée en début de tour pour que les joueurs prennent leurs décisions en connaissance de cause.

Le second instrument expérimenté est le crédit vert. Un besoin en services financiers avait précédemment été diagnostiqué. Nous avons donc décidé avec cet instrument de répondre à ce besoin tout en atteignant des objectifs environnementaux. Les crédits verts envisagés ont des conditions plus avantageuses que les crédits proposés dans la zone. Ils sont conditionnés par la mise en œuvre de certaines pratiques agro-environnementales. Dans notre jeu, les crédits verts sont des prêts annuels pour la rénovation des terrasses, la réduction de l'usage d'herbicide et de fertilisant. Le taux d'intérêt est nul. Le montant prêté couvre le coût de ces pratiques.

Finalement, deux règles de type PSE ont été jouées. Ces paiements portent sur la mise en jeu par les joueurs de la carte de gestion de l'ombrage comprenant des arbres fruitiers et natifs et de la carte pour la protection des cours d'eau. L'objectif est ici de tester un PSE proche du nouveau PSE au stade de projet pilote et une autre forme d'incitation pour la protection des cours d'eau. Les montants proposés couvrent les pertes économiques induites par ces deux pratiques. Ils sont de 4 unités d'argent chacun.

4.3.4 Résultats des simulations d'instruments

4.3.4.1 Résultats à l'échelle de jeu « bassin-versant »

ADOPTION DE CARTES PRATIQUES

Dans premier temps, nous proposons d'analyser les fréquences d'adoption des pratiques encouragées par les règles précédemment définies. Les tableaux suivant reprennent ces résultats. Pour chaque tour, nous avons comptabilisé combien de joueurs avaient choisis chacune des cartes pratiques. Les intitulés de cartes pratiques sont codés pour simplifier la lecture. Le codage apparaît en bas des cartes présentées, dans l'annexe 6. Le tour 2 est le tour de référence. Le tour 3.1, 3.2 et 3.4 sont les tours, où les instruments ont été simulés. Les nombres qui concernent l'adoption des pratiques encouragées sont en rouge. Les adoptions qui nous ont paru significatives sont encadrées en bleu.

Cartes sur la gestion de l'ombrage					
Tours	S1	S2	S3	S4	S5
T2 réf.	1	5	2	4	1
T3.1	0	3	0	5	5
T3.2	1	4	3	1	4
T3.3	0	3	0	3	7

Tableau 11 Fréquence d'adoption des différentes cartes de gestion d'ombrage en fonction des tours

Une adoption significative de la carte « ombrage dense et diversifié » (s5) a été constatée, lors du test de la règle « PSE ». Sept des 13 joueurs l'ont jouée, alors qu'au tour de référence un seul l'avait choisi. Cette règle a donc bien incité cette pratique dans le jeu. Lors du test de la règle « contrôle de la loi », cinq joueurs sur 13 ont également décidé de jouer cet ombrage. Il semble en effet que l'annonce du contrôle de la loi ait entraîné l'adoption de pratiques agro-environnementale sans lien avec cette règle.

Cartes sur la gestion des adventices			
Tours	M1	M2	M3
T2 réf.	0	12	1
T3.1	1	8	4
T3.2	0	5	8
T3.3	1	5	7

Figure 8 Fréquence d'adoption des différentes cartes de gestion des adventices en fonction des tours

La règle « crédit vert » qui encourageait un usage localisé d'herbicide et les désherbages mécaniques (m3) a également permis une adoption significative de la carte associée à cette pratique. En effet, à ce tour, huit personnes l'ont jouée alors qu'un tour de référence une seule l'avait mise en jeu. Au tour suivant, où les règles « PSE » sont testées, les joueurs ont de nouveau rejoué cette carte (m3). On relève effectivement, que 7 joueurs l'ont choisie. Ce résultat est certainement lié à un effet d'apprentissage d'un tour à l'autre. En effet, même si le jeu ne se joue pas de manière séquentielle, les résultats d'un tour ont des conséquences sur les suivants de part l'apprentissage progressif du joueur.

Cartes sur la fertilisation des cafiers					
Tours	F1	F2	F3	F4	F5
T2 réf.	0	1	6	5	1
T3.1	0	1	4	6	2
T3.2	1	6	2	4	0
T3.3	1	5	3	3	1

Figure 9 Fréquence d'adoption des différentes cartes de gestion de la fertilité des sols en fonction des tours

Au tour de test des règles « crédits verts » et « PSE », les deux cartes de fertilisation avec de faible dose (f1 et f2) ont été plus jouées, qu'au tour de référence. Six joueurs au tour « crédit vert » et 7 joueurs au tour « PSE » ont adopté ces cartes pratiques. Au tour de référence seulement un avait choisi l'une de ces cartes. La règle « crédit vert » a donc fait évoluer dans le jeu les pratiques relatives à la fertilisation. A noter, aucune des règles « PSE » proposées n'encourageait ces pratiques de gestion de la fertilité des sols. L'adoption au tour « PSE » peut être liée comme précédemment à un effet d'entraînement ou un effet d'apprentissage des joueurs.

Cartes sur les aménagement des parcelles					
Tours	B1	B2	T1	T2	Q1
T2 réf.	9	1	6	5	6
T3.1	6	3	6	5	10
T3.2	6	1	5	8	8
T3.3	7	1	4	7	12

Figure 10 Fréquence d'adoption des différentes cartes d'aménagement des parcelles en fonction des tours

Les cartes rénovation de terrasse n'ont pas significativement été adoptées au tour, où elles étaient incitées par la règle « crédit vert ». En comparaison avec le tour de référence, seules deux personnes de plus les ont jouées. Cette règle ne semble donc pas très efficace pour promouvoir cette pratique dans le jeu.

IMPACTS DES REGLES SUR LES RESSOURCES DE SORTIE

Les résultats du jeu au niveau bassin versant s'analysent également en réalisant un bilan des impacts sur les ressources générées en sortie par tour. Nous avons sommé les différences d'unités de ressources générés entre le tour de test et le tour de référence de

l'ensemble des joueurs. Grâce à ces indicateurs, nous évaluons les impacts des règles testées à un tour donné en termes d'unités de biodiversité, d'érosion, de pollution azotée et de café. De plus, nous comparons les résultats de chacun des tours pour identifier quels instruments parmi ceux identifiés sont les plus efficaces. Le graphique de la figure 15 représente ces différences par tour pour l'ensemble des unités de ressources.

En termes de réduction des unités d'érosion, les règles « PSE » semblent avoir eu plus d'effet que celles « crédits verts » eux même plus efficaces que le « contrôle de la loi ». Des diminutions importantes en unités de pollution azotée ont été observées lors du test des règles « PSE » et « crédits verte ». Concernant l'augmentation des unités de biodiversité, les règles qui ont été les plus efficaces sont celles des « PSE ». A l'inverse , le « contrôle de la loi » et les « crédits verts » ont permis une protection moindre de la biodiversité dans le jeu.

En conclusion, le tour, où les deux « PSE » ont été joués ont conduit à un meilleur compromis entre fourniture des SE, réduction de la pollution azotée et protection de la biodiversité (voir tableau 16).

Figure 15 Evolution des différentes unités du jeu par rapport au tour de référence ($\Sigma \Delta \text{unité tour } X - \text{tour}_2$)

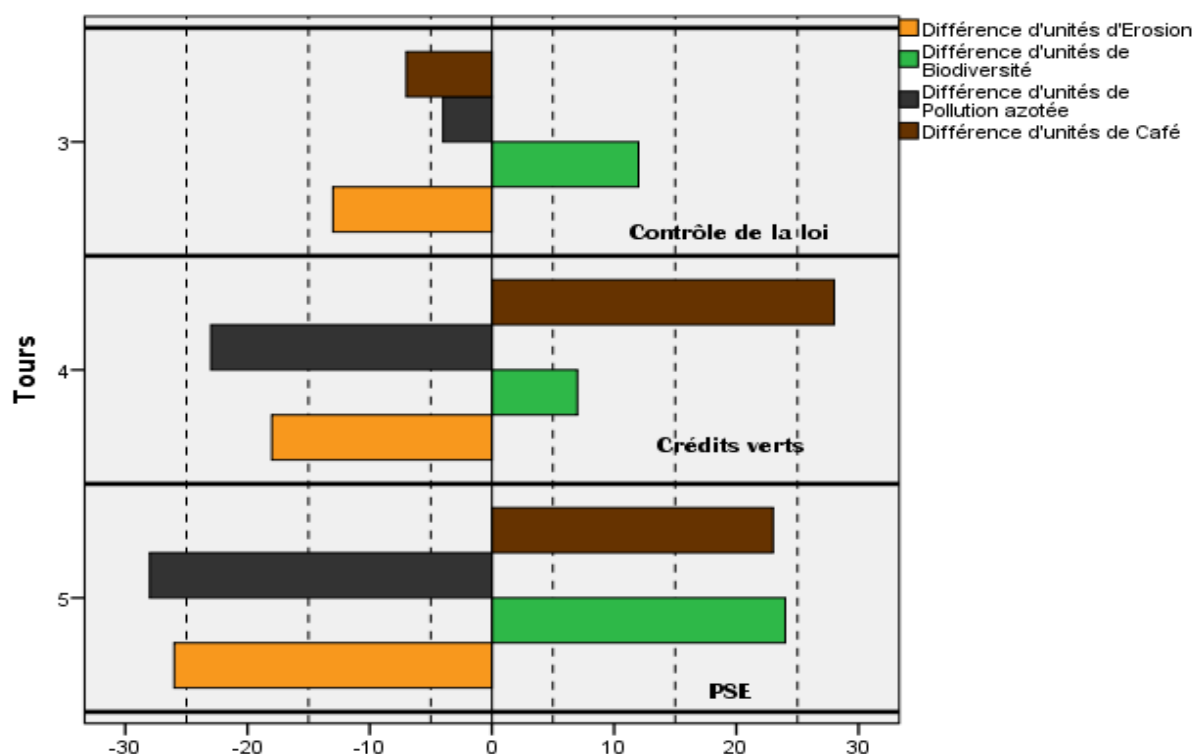


Tableau 12 Bilan des effets des différentes règles à l'échelle de jeu "bassin versant"

Règles jouées dans le tour	Evolution des unités des ressources jouées en comparaison au tour 2			
	Unités d'érosion	Unités de biodiversité	Unités de pollution	Unités de café
« Contrôle de la loi »	-	++	-	-
« crédit vert »	--	+	--	++
« PSE »	---	+++	---	+

Légende :

- + Augmentation des unités de la ressource considérée par rapport au tour de référence
- Diminution des unités de la ressource considérée par rapport au tour de référence

4.3.4.2 Résultats du jeu par rôles

Une analyse détaillée par rôle permet d'affiner l'analyse des résultats des tours et de tester notre hypothèse H3. Nous avons, en effet, supposé des différences de sensibilités aux instruments, en fonction des différents types de SA des agriculteurs. Afin de mettre en évidence ces potentiels contrastes, nous avons sommé les différences d'unités de ressources générées entre chaque tour de test et le tour de référence de l'ensemble des joueurs d'un même rôle. Ces résultats sont à mettre en relation avec l'adoption ou non des instruments volontaires proposés pour chacun des rôles (figure 16). Dans le cas du tour « contrôle de la loi », l'instrument testé étant coercitif, la question de son adoption n'a pas de sens.

Sur 2 joueurs de rôle A, un seul a sollicité des crédits verts et un « PSE protection des cours d'eau ». Le second joueur n'a sollicité aucune des incitations proposées et a décidé de maintenir les mêmes cartes « pratiques » durant tout le jeu. Il expliquait préférer maintenir son système tel quel sans prendre de risque. Il est intéressant de mettre en relation ces résultats avec le type de SA associé à ce rôle. Rappelons en effet qu'il s'agit de producteurs, dont les revenus dépendent pour moins de 50% de la vente du café et que leur surface de café est inférieure à 1,4 hectare. De plus, ils travaillent régulièrement dans d'autres exploitations ou ont un emploi stable. Ces analyses suggèrent que ces agriculteurs plus orientés vers des stratégies de diversification des revenus sont moins sensibles aux incitations portant sur la modification des SC café, que les autres joueurs. Ils présenteraient donc une certaine forme de résistance au changement.

Concernant les six agriculteurs de rôle B, tous ont demandé des crédits verts et le « PSE protection des cours d'eau ». La moitié d'entre eux ont également sollicité des « PSE ombrage ». Ces observations sont cohérentes avec les caractéristiques affiliées à ce rôle et le type de SA, qui lui est associé. En effet, il s'agit de joueurs, dont les contraintes financières importantes conditionnent fortement le choix de leurs pratiques. Leur surface de café est moyenne et leurs revenus dépendent à plus de 50% de cette culture. Nous pouvons donc supposer que ces agriculteurs ont plus d'intérêts à mobiliser ces instruments que ceux du rôle A.

Les joueurs de rôle C-1 et C-2 ont toujours profité des instruments proposés. Seul un des joueurs de rôle C-2 n'a pas souhaité bénéficier du « PSE ombrage ». Ces rôles sont joués par des agriculteurs ayant des SA de types 4 et 5. Leurs exploitations sont plus grandes que celles des autres agriculteurs. Ils sont habitués à manier des chiffres voir faire des comptabilités. Ils semblent avoir une rationalité plus économique que les autres agriculteurs, ce qui pourrait expliquer leur sensibilité plus importante aux incitations économiques dans le jeu.

Ces analyses sur l'adoption, dans le jeu, des règles, en fonction des rôles sont toutefois à nuancer étant donnée la taille de l'échantillon.

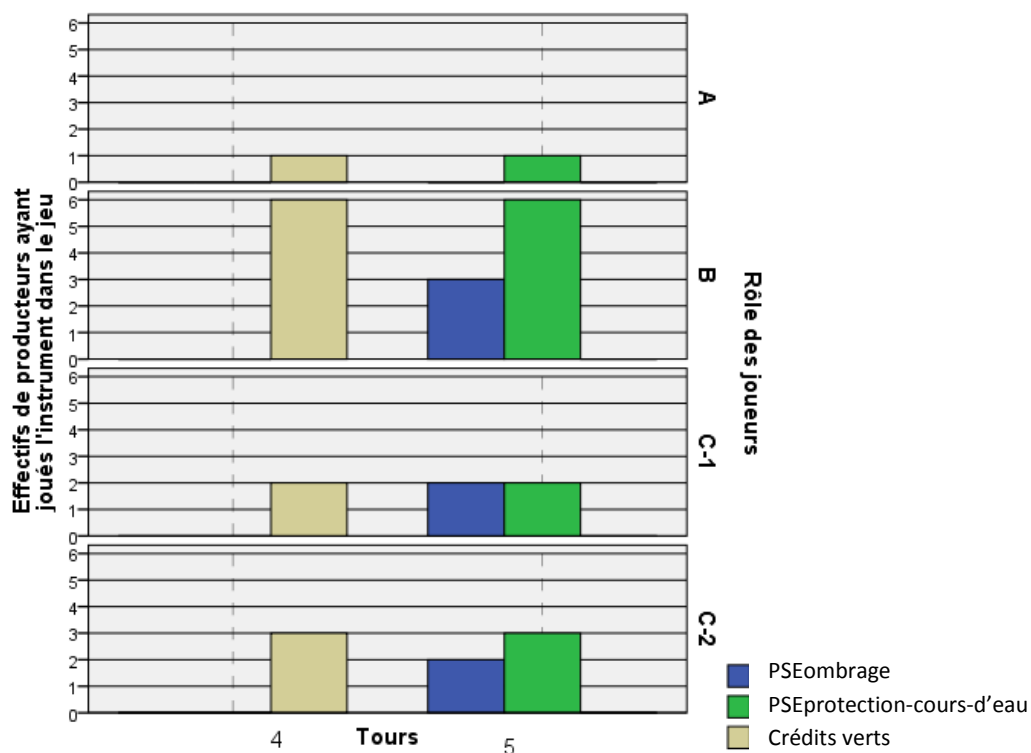


Figure 16 Adoption des instruments volontaires proposées via les règles de jeu

Effets des instruments sur la génération d'unités de pollution azotée

Pour les joueurs de rôles C-2 et B, la règle « PSE protection des cours d'eau » a conduit à la réduction la plus importante du jeu en d'unités de pollution azotée. Les joueurs de rôle C-1 ont eux générés moins d'unités de pollution azotée, lors des tours, où les « crédits verts » et le « PSE protection des cours d'eau » étaient proposés. Quant aux joueurs de rôle A, aucune des règles testées a permis une réduction de ces unités.

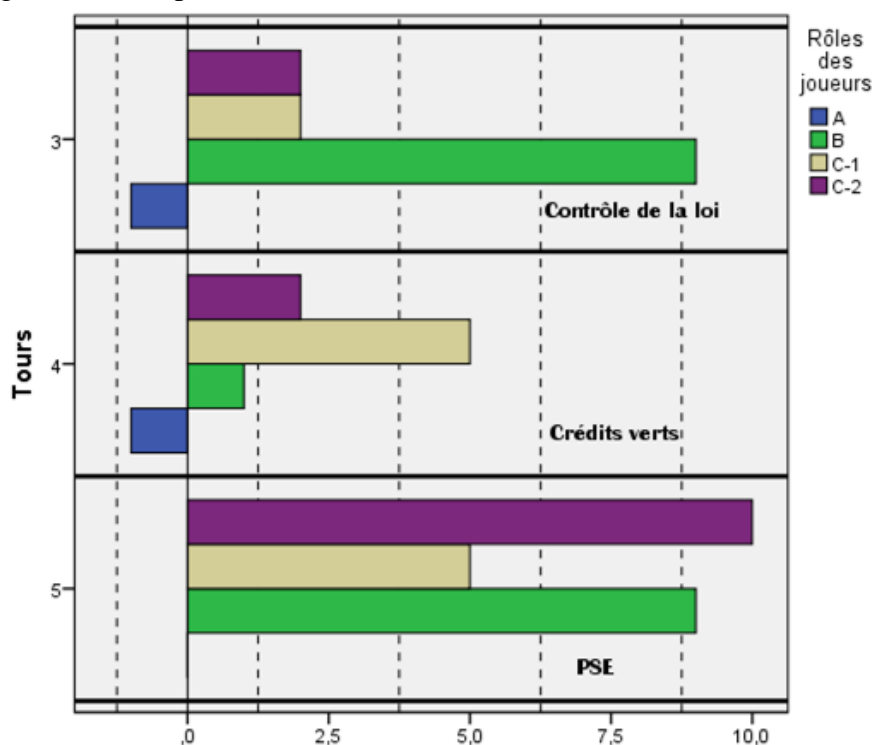


Figure 17 Evolution des unités de pollution par rapport au tour de référence par tour par rôle ($\Sigma\Delta\text{Pollution tour } X - \text{tour}_2$)

Effets des instruments sur la génération d'unités de biodiversité

Pour le rôle C-2, les règles « PSE protection des cours d'eau » et « PSE ombrage diversifié » ont mené à l'augmentation la plus importante des unités de biodiversité. Dans les exploitations de rôles C-1, le tour avec les règles « PSE » et « crédit vert » ont eu des effets similaires et nettement plus importants que lors du test de la règle « contrôle de la loi ». Aucune des règles n'a amélioré la provision en unités de biodiversité dans les exploitations des joueurs de rôle A. Concernant les joueurs de rôle B, les règles « contrôle de la loi » et « PSE » sont celles qui ont produit des effets significatifs sur la provision en unités de biodiversité.

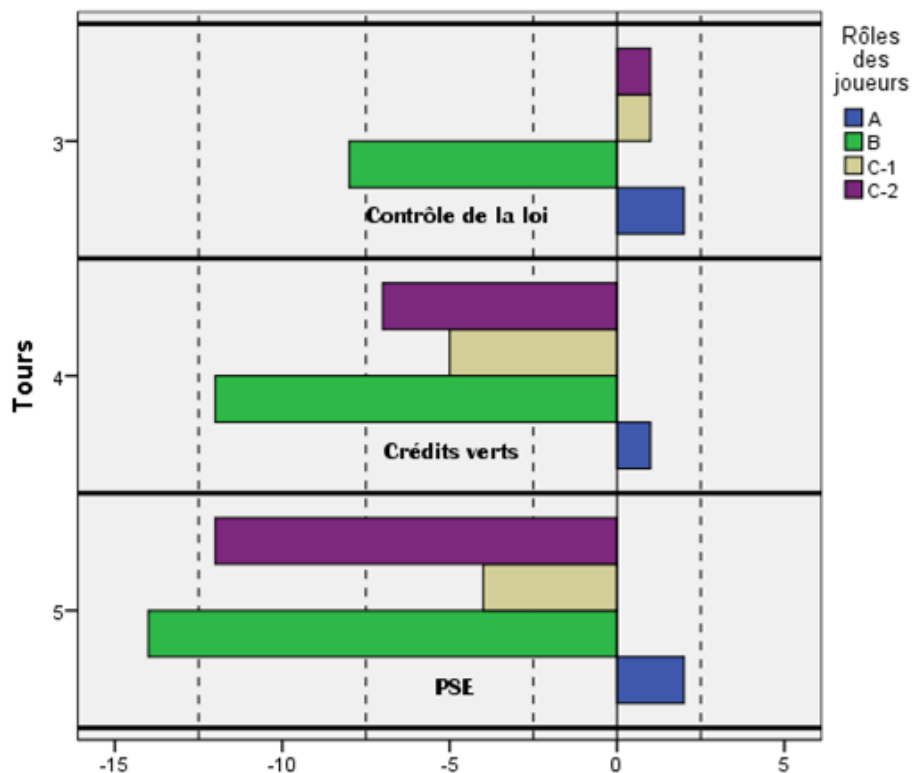


Figure 18 Evolution des unités de biodiversité par rapport au tour de référence par tour par rôle

Effets des instruments sur la génération d'érosion

Les règles « contrôle de la loi » et « PSE » ont permis une forte réduction des unités d'érosion produites par les joueurs de rôle B. Les réductions de ces unités dans les exploitations des autres rôles sont moins importantes. Pour les joueurs de rôle A, seule la règle « crédit vert » a impliqué une réduction des unités d'érosion. Chez les joueurs de rôle C-1, cette règle est également celle qui a eu le plus d'effets sur cette unité. Les joueurs de rôle C-2 ont eu des impacts en unités d'érosion, moindre avec les « PSE » et « crédits verts ».

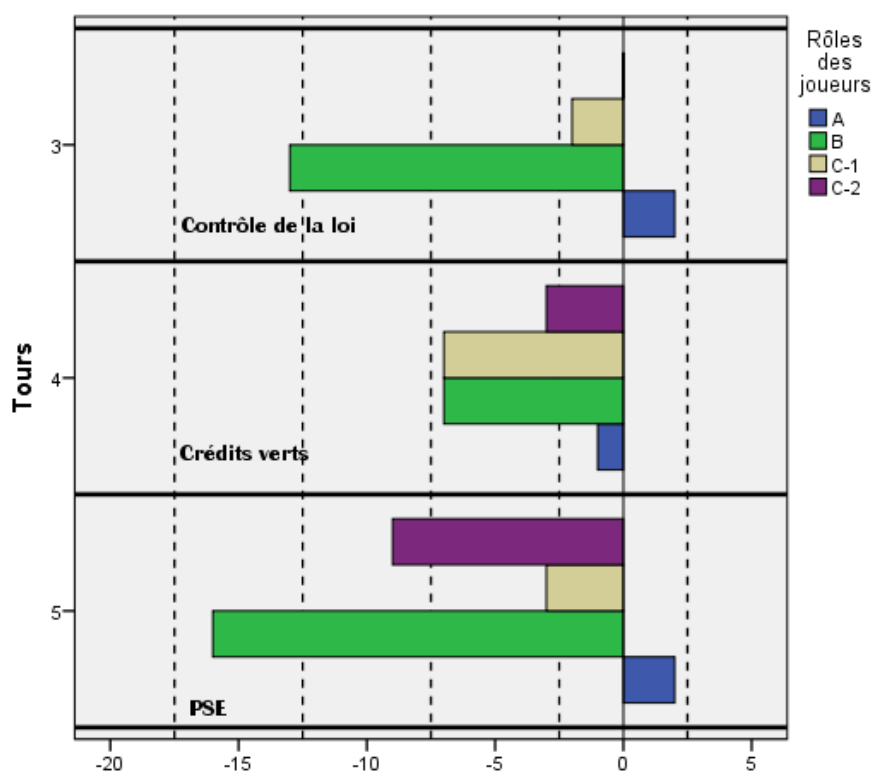


Figure 19 Evolution des unités d'érosion par rapport au tour de référence par tour par rôle ($\Sigma \Delta$ Erosion tour X- tour2)

Effets des instruments sur la génération de café

Pour les joueurs de rôle A, les unités de café produites ont légèrement augmenté, lors du tour, où la règle « crédit vert » a été testée. Les trois types de règles ont eu un impact positif sur la production en unités de café, pour les joueurs de rôle B et C-1. Concernant les joueurs de rôle C-2, seules les règles de « PSE » ont conduit à une augmentation des unités de café produites.

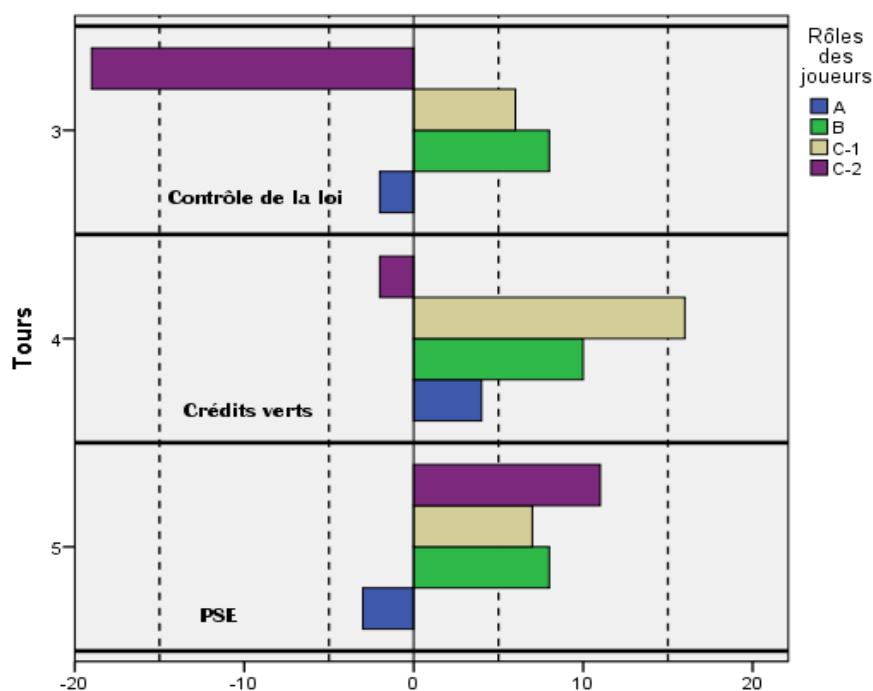


Figure 20 Evolution des unités de café par rapport au tour de référence par tour par rôle ($\Sigma \Delta$ Café tour X- tour2)

Conclusion

Le tableau suivant résume l'ensemble des effets des règles sur l'évolution des différentes unités de ressources par rôle, précédemment décrits. Il permet d'identifier les règles qui ont conduit à des nouveaux compromis entre régulation des unités d'érosion et de pollution azotée et augmentation des unités de café et biodiversité. Les règles qui ont généré les effets les plus positifs sur l'ensemble de ces ressources sont celles notées en rouge.

Rôles	Règles jouées dans le tour	Evolution des unités des ressources jouées en comparaison au tour 2			
		Unités d'érosion	Unités de biodiversité	Unités de pollution	Unités de café
A	Contrôle de la loi	+	-	++	-
	Crédits verts	+	-	+	+
	PSE	-	0	++	--
B	Contrôle de la loi	--	++	-	+
	Crédits verts	-	++	--	++
	PSE	---	+	---	+
C-1	Contrôle de la loi	-	+	+	+
	Crédits verts	---	++	-	++
	PSE	--	++	--	+
C-2	Contrôle de la loi	0	+	+	---
	Crédits verts	-	+	-	-
	PSE	--	++	--	+

Légende :

+ Augmentation des unités de la ressource considérée par rapport au tour de référence

- Diminution des unités de la ressource considérée par rapport au tour de référence

Tableau 13 Bilan par type des effets des règles testées dans le jeu

Pour les joueurs de rôle A, aucune règle n'a permis de modifier le compromis entre les différentes unités. Seuls les PSE ont eu un effet positif sur la régulation de l'érosion. Néanmoins, durant ce tour, la production d'unités de café a diminué et les unités de pollution azotée ont augmenté. Les unités de biodiversité sont restées inchangées. Aucun des instruments proposés dans le jeu ne semble adapté à la situation de ces joueurs.

Concernant les joueurs de rôle B, les règles « PSE » sont celles, qui ont conduit à une amélioration générale à la fois en terme environnementale et de production de café. Cet instrument serait donc potentiellement intéressant pour les agriculteurs ayant un SA de type 2. La règle « crédits verts » a également eu des effets positifs sur l'ensemble des ressources mais moins important que ceux des PSE.

Quant aux joueurs de rôle C-1, les règles « crédits verts » ont permis une amélioration sur tous les plans. Avec ces règles, moins d'unités d'érosion et de pollution ont été produites et plus d'unités biodiversité et de café sont générées par les SC café. Cet instrument pourrait donc être intéressant pour les agriculteurs ayant des SA proche de ce rôle. Les règles « PSE » ont aussi eu des effets positifs mais légèrement moindre en terme de réduction de l'érosion et augmentation de la production.

Les résultats des joueurs C-2 sont similaires à ceux du rôle C-1, à la seule différence que les règles « PSE » ont permis, dans leur cas, un meilleur compromis que la règle « crédit vert ».

Les attitudes des joueurs dans le jeu confortent ces contrastes entre rôles. Les joueurs A ne changeaient que rarement leurs cartes. Les joueurs B avaient tendance à faire des tests à

chaque tour, en changeant une ou deux cartes à chaque fois. Les joueurs C-1 et C-2 étaient plus calculateurs et sollicitaient tout le temps les instruments volontaires proposés. L'âge semble également expliquer ces différences de comportement. Les joueurs plus jeunes avaient plus tendance à changer leurs cartes pratiques que les joueurs âgés

4.3.5 Conclusion et généralisation sur les potentiels instruments pour de meilleurs compromis entre SE

La compréhension du contexte socio-économique et les résultats du jeu permet d'affirmer que les agriculteurs ont besoin d'accompagnement pour une évolution de leur système de culture café. Les pratiques agro-environnementales intéressantes à inciter sont effectivement peu connues, techniquement plus compliquées et/ou plus coûteuses que les pratiques actuelles, d'où l'intérêt de la mise en place d'un système d'incitation. De plus, des adoptions des cartes associées à ces pratiques ont été observées dans le jeu, quand des instruments d'incitation étaient testés. Notre hypothèse H1 : « Des instruments sont nécessaires pour accompagner les agriculteurs dans la mise en œuvre des pratiques agro-environnementales peu connues, techniquement plus compliquées et/ou plus coûteuses que les pratiques actuelles. » est donc validée.

Les résultats du jeu et des enquêtes montrent également que les instruments existants ont des objectifs environnementaux peu précis et/ou inadaptés aux contraintes technico-économiques des agriculteurs et aux enjeux agro-environnementaux locaux. Les propositions, qu'ils promeuvent ne sont pas cohérentes avec les SC existants. Ils sont donc aujourd'hui inefficaces dans la zone. Ces différents éléments amènent à valider notre hypothèse H2 : « Les instruments actuels au niveau national sont inaccessibles dans certaines zones et inadaptés aux spécificités locales de l'agriculture ».

De plus, nos résultats laissent à penser que cet accompagnement de l'évolution des SAF pourrait se faire de différentes manières selon les types de SA des agriculteurs de la zone. En effet, selon les rôles du jeu, les règles « PSE protection des cours d'eau », « PSE ombrage dense et diversifié » et « crédits verts » ont été plus ou moins adoptées et par conséquent les fournitures de SE, biodiversité et disservices des SAF café du jeu ont été variables. Une combinaison des « PSE » avec des « crédits verts » proposés dans le jeu pourrait permettre des compromis intéressants pour les rôles B, C-1 et C-2. Ces instruments ne semblent pas très efficaces dans le cas des rôles A. L'âge semblait également influencer la sensibilité des agriculteurs aux différents instruments. Notre hypothèse H3 : « les agriculteurs ont des sensibilités différentes aux incitations générées par ces instruments selon leurs dotations en terre, capital et main d'œuvre, ou selon leurs histoires personnelles. » paraît donc partiellement vérifiée. Ces résultats sont néanmoins à nuancer étant donnée la taille de notre échantillon. D'autres tests devraient être réalisés pour avoir des idées plus précises des instruments adaptés à ces types de SA.

L'ensemble des résultats actuels ne nous permet pas définir plus précisément quels instruments seraient efficaces pour accompagner les changements de pratiques désirés, puisque les règles simulées sont très simplifiées et les tests peu répétés et difficiles à interpréter. Cependant, des recommandations sur le type dispositif peuvent être données.

Nous préconisons la mise en place d'un dispositif décentralisé à l'échelle du bassin-versant. Ce ciblage géographique permettrait une meilleure adéquation au contexte. Les pratiques incitées doivent en effet être adaptées aux SC de la zone et faisable sur le plan technico-économique. Cette décentralisation pourrait également réduire les coûts de transaction pour que les agriculteurs accèdent à ces instruments. Un système différencié en fonction des types de profils d'agriculteurs est aussi recommandé pour toucher le plus grand nombre d'agriculteurs possible et ainsi être plus efficace.

De plus, pour permettre de meilleurs compromis entre SE allant dans le sens d'une meilleure fourniture de SE non marchand soit de caractère de bien public et agir de manière systémique, une association coordonnée de deux ou trois instruments économiques de type volontaire semblent pertinentes. Les relations entre les instruments du dispositif seraient de type synergie superposition ou concurrence. Il est essentiel que chacun d'eux aient des objectifs précis et clairs pour les agriculteurs.

La gouvernance et la mise en œuvre de ce « policy mix » pourraient être assurées par les institutions locales, telles que l'ICE et la coopérative Llano Bonito. Une coordination inter-institution serait alors indispensable. De plus, un travail de communication entre institutions et agriculteurs serait central pour que le dispositif soit reconnu et accepté par la population.

Ce dispositif serait théoriquement plus efficace et pertinent que les instruments génériques actuels grâce à la décentralisation et ciblage proposés. Toutefois, des complications économiques et organisationnelles pourraient remettre en cause son efficience. En effet, le ciblage des bénéficiaires requière un travail de diagnostic pour identifier les profils de producteurs. Une forte spécification du ciblage pourrait compliquer l'accès aux incitations à cause de critères trop restrictifs. Ce ciblage pourrait aussi générer des coûts non négligeables et un temps de travail important. La gestion d'un instrument à l'échelle locale supposerait par exemple de créer de nouvelles instances de régulation. De plus, les institutions locales ne sont pas habituées à travailler ensemble sur ce type de projet. Un travail de fond pour mener cette action collective serait donc nécessaire.

5 Discussions et perspectives sur la démarche

Dans cette partie, nous proposons de discuter la démarche de cette recherche pour mettre en avant ses avantages, ses limites et ses potentiels pour répondre à ce type de question de recherche.

La démarche proposée repose sur une association de deux méthodes : l'enquête et le jeu de rôle. Elle nous a permis d'identifier et simuler des instruments d'incitation. Le jeu a en effet fonctionné et été accepté par les joueurs. Le calibrage des ressources et les règles jouées étaient donc pertinents. Nous avons pu tirer des conclusions de cette expérience que les enquêtes n'avaient pu générer. Les enquêtes ont de plus permis d'enrichir et de discuter les analyses du jeu, les joueurs étant des agriculteurs enquêtés.

Cette méthode a toutefois des inconvénients. D'un point de vue pratique, la construction du jeu est coûteuse en temps et sa mise en œuvre est difficile à organiser. Deux animateurs pour quatre joueurs sont nécessaires au bon déroulement d'une session. Multiplier le nombre de joueurs implique donc des ressources humaines importantes. Dans un contexte de ressources humaines limitées, ce qui fut notre cas, peu de répétitions ont été possibles, ce qui

rend les résultats produits difficiles à interpréter. En effet, le jeu génère une série de biais difficilement réductibles avec un échantillon de joueurs très réduit.

Ces biais sont en partie liés au fondement même du jeu qui est une représentation simplifiée de la réalité. Cette méthode repose en effet sur une série d'hypothèses sur le fonctionnement de l'agro-écosystème faites en fonction de l'objectif du jeu. Nous avons par exemple décidé de ne pas représenter la variation des prix du café et du climat. Leurs influences sur la sensibilité des producteurs aux instruments auraient rendu le jeu trop compliqué. Les discussions avec les agriculteurs post-jeu ont toutefois mis en avant l'importance de ces facteurs. Les instruments testés sont aussi très simplifiés. Les coûts de transaction liés à leur mise en œuvre ne sont par exemple pas représentés. Les résultats sont donc à nuancer.

D'autres biais proviennent des erreurs de calculs au cours du jeu. Elles sont nombreuses, malgré l'accompagnement des animateurs et peuvent par la suite induire des erreurs dans l'analyse des résultats. Effectivement remplir la feuille de suivi est une opération parfois laborieuse pour les agriculteurs. Pour interpréter les résultats du jeu, nous avons donc dû lisser ces erreurs avec un programme Excel qui recalculait l'ensemble des effets des tours.

Certains agriculteurs rencontraient également des difficultés de lecture, ce qui compliquait leurs jeux. Dans ce cas, l'animateur doit lire chacune des cartes. Cette interaction prolongée entre animateur et joueur peut être source d'influences difficilement maîtrisables sur les prises de décision du joueur.

D'autres erreurs sont liées à l'effet d'apprentissage observé d'un tour à l'autre. On constate également que les joueurs comprennent le jeu de façon différente. Par conséquent leurs approches du jeu sont différentes et les résultats de leurs tours difficilement comparables. Nous avons par exemple observé que certains joueurs utilisaient le jeu pour faire des tests de pratiques, qu'ils n'oseraient pas faire dans la réalité tandis que d'autres s'appliquaient à reproduire au mieux la réalité.

Les discussions entre participants durant le jeu peuvent également influencer les choix de cartes. Elles ont toutefois été limitées dans les sessions, que nous avons organisées.

Différentes améliorations pourraient être apportées au jeu pour limiter ces biais, mais aussi explorer d'autres thématiques.

D'une part, il est possible d'alterner l'ordre des règles testées, pour limiter les effets d'apprentissage séquentiel ayant lieu toujours entre les mêmes séquences d'outils proposés. D'autre part, il serait facile d'intégrer des règles pour simuler les coûts de transaction des instruments. Le support de jeu pourrait également être réadapté pour mener des enquêtes individuelles, dans le but de répéter plus facilement l'expérience et d'éviter l'influence d'autres joueurs.

De nouvelles thématiques pourraient être explorées avec le jeu. Il serait tout à fait intéressant de réaliser d'autres sessions sur la question de l'action collective pour la gestion des ressources. Des règles collectives pourraient alors être testées pour générer un dialogue entre acteurs du territoire. Nous pouvons par exemple imaginer une augmentation des risques de glissement de terrain en fonction du total d'unité d'érosion produits au niveau du bassin versant. Notre support de jeu pourrait aussi être réutilisé pour travailler la thématique de la

résilience des systèmes d'activités face aux changements climatiques, à l'augmentation des pressions phytosanitaires et/ou les fluctuations de prix.

Il est également intéressant de relever que d'autres méthodes pourraient également compléter les résultats de notre étude. Une analyse technico-économique des SC café pourrait par exemple conduire à la construction de modèles, sur lesquels différents instruments pourraient être testés.

6 Conclusion

Cette recherche répond à la question posée sur l'identification d'instruments pour la mise en œuvre durable de pratiques permettant de nouveaux compromis entre les services environnementaux fournis par les systèmes agro-forestiers café.

La méthodologie employée repose sur l'association d'enquêtes et d'un jeu de rôle. Grâce aux enquêtes, le contexte et les stratégies des agriculteurs ont été analysés. Ces données ont été mises à profit pour la construction du jeu. Le jeu a été utilisé comme outil de simulation pour tester et comparer différents instruments d'incitation. Ces résultats ont en partie été analysés grâce aux connaissances des agriculteurs-joueurs acquises en enquête.

Les principaux résultats obtenus portent sur la compréhension des SC caféiers et des stratégies des agriculteurs, ainsi que sur l'analyse des instruments existants et potentiels pour la mise en œuvre de pratiques agro-environnementales.

Une grande diversité de pratiques et de SC café a été observée, même si les techniques culturales de l'ensemble des caféiculteurs enquêtés sont très similaires. Le choix de ces pratiques repose sur des stratégies différentes de gestion des parcelles. Ces décisions ont des conséquences en termes technico-économiques pour l'agriculteur et sur la fourniture de SE de ces SC. Ces SAF sont complexes mais des pistes d'explication sont avancées pour justifier cette diversité de pratiques : différence de conditions agro-écologiques, de dotations en capital, foncier et main d'œuvre familiale, de sensibilité environnementale, de trajectoire sociotechnique et/ou d'accès aux services agricoles. Cet état des lieux des pratiques et stratégies des caféiculteurs a permis l'identification de sept pratiques techniquement réalistes et intéressantes en terme de fourniture de SE pour la société. La mise en place de systèmes ombragés denses et diversifiés, de terrasses régulièrement renouvées, de bande de protection des cours d'eau ainsi que la réduction de l'utilisation d'herbicide pourrait par exemple répondre à certains des enjeux agro-environnementaux de la zone. Cependant ces pratiques sont techniquement compliquées et/ou coûteuses. D'autres solutions encore peu connues des agriculteurs sont également envisagées comme des fertilisations raisonnées et l'implémentation de barrières vives. Un accompagnement des agriculteurs dans la mise en œuvre de ces pratiques agro-environnementales semblent nécessaires.

Ces SC café s'intègrent en outre dans les systèmes d'activités des ménages des caféiculteurs. Les enquêtes ont permis de déterminer cinq types de SA. Cette typologie permet de mieux comprendre l'importance du café et les contraintes socio-économiques de chaque

type. Elle a été simplifiée dans les rôles imposés aux joueurs du jeu, afin de tester la différence de sensibilité aux instruments en fonction des dotations en facteurs de production.

Les enquêtes exploratoires d'acteurs institutionnels et des caféiculteurs ont également permis de faire un bilan sur la mobilisation des instruments d'incitation existants à l'échelle nationale dans la zone. Le programme de PSE est inexistant dans la zone et les contrats SAF méconnus des producteurs. De plus, les conditions proposées par la FONAFIFO sont inadaptées aux situations des exploitations actuelles. Les certifications ont également peu d'impacts sur les SE, car peu précises sur les normes environnementales et peu connues des agriculteurs. La loi sur la protection des ressources hydriques non contrôlée n'est que rarement appliquée. Les instruments existant semblent donc inadaptés aux spécificités locales de l'agriculture et avoir peu d'effets sur les pratiques des exploitations de la zone. Ces analyses valident notre hypothèse H2 qui supposait que les instruments actuels au niveau national étaient inaccessibles dans certaines zones et inadaptés aux spécificités locales de l'agriculture.

D'autres instruments adaptés aux enjeux agro-environnementaux de la zone et aux différentes exploitations sont proposés :

- un crédit vert à 0% pour implémenter et rénover des barrières vives, des canaux déviation et des terrasses ;
- un PSE compensant les pertes de production en café liées à la protection des cours d'eau ;
- un PSE compensant les pertes de production en café liées à la mise en place et au maintien de système d'ombrage relativement dense et diversifié.

L'intérêt d'un contrôle de la loi de protection des cours d'eau avec amende si non respect est aussi discuté. Ces propositions ont été traduites en règles de jeu afin de les simuler.

Cette simulation a montré des différences de jeu entre les joueurs des différents rôles et la potentielle efficacité des instruments testés pour atteindre des compromis réalistes entre SE. Il est difficile d'apporter des conclusions sur ces adoptions ou non des règles proposées. Même si la méthode du jeu présente d'importants biais, nos hypothèses sur l'intérêt de la création d'instruments pour la mise en œuvre de certaines pratiques et les différences de sensibilités des agriculteurs face aux incitations ont pu être validées.

A l'issue de cette expérience de simulation participative, un dispositif décentralisé et différencié en fonction des types de caféiculteurs est proposé. Il permettrait la mise en œuvre de plusieurs instruments de types économiques et volontaires adaptés au contexte locale. Cependant, le ciblage avancé de ces instruments, à la fois sur le plan géographique et sur le choix de ses bénéficiaires, questionne quant à la faisabilité technique et économique d'un tel système. Les coûts de fonctionnement et de transaction pour sa mise en œuvre pourraient en effet être élevés. Une coordination entre les différentes institutions locales serait également une condition nécessaire pour la mise en œuvre de ces instruments.

Une réutilisation du jeu pourrait être envisagée pour préciser ces résultats avec un échantillon plus grand de producteurs. Il serait également possible de revaloriser cet outil pour explorer d'autres problématiques dans un but de recherche ou dans le cadre de projet de développement.

BIBLIOGRAPHIE

« Document principal du projet SAFSE », 2012.

AGUDELO C., « Conceptos básicos para el manejo y protección de captaciones de agua », 2011.

ALVARADO SALAS R., « Cantones productores de café: formación y desafíos actuales », *Serie cantones de Costa Rica*, vol. 5, 2003.

BARNAUD C., « ComMod : des principes communs, une diversité de mise en œuvre », présenté à International seminar cycle « Participatory research and geography : fashion or real change ? », 2010.

BARREIRO SANJINES P., « Opportunity Analysis of Payment for Ecosystem Services: Policy Design and Implementation for Coffee Agroforestry Systems in Costa Rica », *Tropical Resources*, vol. 31, 2012.

BONNAL P., BONIN M., ET AZNAR O., « Les évolutions inversées de la multifonctionnalité de l'agriculture et des services environnementaux », *Agricultural Systems*, vol. 110, 2012.

CARRANZA C. F., PORRAS R. D., et SALAZAR RIVERA J., « Financiamiento y competitividad de las cadenas agroindustriales: cadena del café de Los Santos, Costa Rica », *Economía y sociedad*, vol. 37-38, 2010.

Comisión permanente especial del ambiente, « Ley para la gestión integrada del recurso hídrico », 2014.

CONSTANTY M., « Stratégies d'acteurs et gestion des déchets du café au Costa Rica », Mémoire de fin d'étude, 2015.

DANIELS A. E., BAGSTAD K., ESPOSITO V., MOULAERT A., et RODRIGUEZ C. M., « Understanding the impacts of Costa Rica's PES: Are we asking the right questions? »

DE JESUS CRESPO R. G., « Stream friendly coffee: collaborating with the rainforest alliancetm to advance stream conservation in tropical agroforestry systems », 2015.

DE MELO E., « Evaluación de los sistemas agroforestales con café en fincas vinculadas al consorcio de cooperativas de caficultores de Guanacaste y Montes de Oro- COOCAFE: un aporte a la construcción de la sostenibilidad, informe de estudio », 2005.

DEVIIENNE S. et COCHET H., « Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : une démarche à l'échelle régionale », *Cahiers Agricultures*, vol. 15, n° 6, 2006.

DHORNE S., « Environnement et stratégies d'acteurs dans les systèmes agro-forestiers caféicoles, le cas du district de Llano Bonito (Costa Rica) », Mémoire de fin d'étude, 2013.

DIAZ PORRAS R. A. et HARTLEY BALLESTERO M., « Certificaciones y competencia en un espacio local: la cadena del café en León Cortés », 2014.

DIONNET M., « Les Jeux de Rôles : Concepts clés et perspectives pour la gestion de l'eau ». Lisode, 2008.

ETIENNE M., « co-construction d'un modèle d'accompagnement selon la méthode ARDI », Guide méthodologique.

FALLOT A., LE COQ J-F., LE PAGE C., ETIENNE M., QUESTE J., SALINAS J. C., et TRÉBUIL G., « Guía metodológico PARDI (Problemática – Actores – Recursos – Dinámicas – Interacciones) Para el análisis de las dinámicas socio-ecológicas », Guide méthodologique, 2014.

FAURE G., KESSARI M., SOTO MUÑOZ G., LE COQ J-F., HOCD H., et VAGNERON I., « Stratégies des organisations de producteurs de café au Costa Rica vis-à-vis des certifications environnementales et sociale », *Cahiers Agricultures*, vol. 21, n° 2-3, 2012.

FONAFIFO, « Manual de procedimientos para el pago de servicios ambientales en árboles forestales establecidos en cafetales », 2012.

GASSELIN P., VAILLANT M., et BATHFIELD B., « le système d'activité. Retour sur un concept pour étudier l'agriculture en famille », in *L'agriculture en famille : travailler, réinventer, transmettre*, 2014.

GODAR O., « De la pluralité des ordres – Les problèmes d'environnement et de développement durable à la lumière de la théorie de la justification », 2014.

GROLLEAU G., MZOUGH N., et THIEBAUT L., « Les instruments volontaires : Un nouveau mode de régulation de l'environnement ? », *Revue internationale de droit économique*, n° XVIII, 2004.

ICE, « Plan de manejo de la cuenca del rio pirris », 2009.

JOUBE P., « Des techniques aux pratiques, Conséquences méthodologiques pour l'étude des systèmes de production agricole et le développement rural », présenté à les méthodes pour comprendre et mesurer les pratiques agraires en milieu tropical et leurs transformations, 1997.

LAFFOURCADE R., « Discours environnementalistes : de la théorie aux pratiques agricoles, entre retouches et renouveaux », Mémoire de fin d'étude, 2012.

LE COQ J-F., FROGER G., LEGRAND T., PESCHE D., et SAENZ-SEGURA F., « The Governance of Costa Rica's Programme of Payments for Environmental Services: A Stakeholder's Perspective », in *Governing the provision of ecosystem services*.

LE COQ J-F., SERPENTIE G., ANDRIAMAHEFAZAFY F., SAENZ-SEGURA F., PIERRE R., et MORA-VEGA R., « Les Ecolabels fournissent-ils des services environnementaux ? Enseignements de quelques filières de produits agricoles au Costa Rica et à Madagascar », présenté à 6èmes Journées de recherches en sciences sociales, 2012.

LE COQ J-F., SOTO G. et HERNÁNDEZ C. G., « PES and Eco-Label. A Comparative Analysis of Their Limits and Opportunities to Foster Environmental Services Provision », *Marketing Ecosystem Services*, 2011.

LEDEZMA R. A. et GRANADOS R., « Degradación ambiental y caficultura en Tarrazú entre 1970 y 2006 », *Revue semestrielle de l'école de sciences environnementale de l'Université Nationale Costaricaine*, vol. Historia ambiental de de Costa Rica : algunos temas, 2008.

MAOUI M. et J-F. LE COQ, « La chance aux chanceux. L'accueil des migrants en territoire rural : l'exemple de Los Santos, Costa Rica. », 2012.

MEYLAN L., « Design of cropping systems combining production and ecosystem services: developing a methodology combining numerical modeling and participation of farmers. Application to coffee-based agroforestry in Costa Rica. », *Montpellier SupAgro*, 2013.

MEYLAN L., « Evaluating the effect of shade trees on provision of ecosystem services in intensively managed coffee plantations », *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2013.

PAGIOLA J. S., « Payments for environmental services in Costa Rica », *Ecological Economics*, n° 65, p. 712-724, 2008.

POWER A. G., « Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies », 2010.

RAPIDEL B., ALLINNE C., CERDAN C., MEYLAN L., DE MELO E. et AVELINO J., « Efectos ecológicos y productivos del asocio de árboles de sombra con café en sistemas agroforestales », 2014.

REYNOLDS-VARGAS J.S., RICHTER D.D., BORNEMISZA E., Environmental impacts of nitrification and nitrate adsorption in fertilized andisols in the valley central of Costa Rica, *Soil Sci.* 157, 289–299, 1994.

RING I. et SCHRÖTER-SCHLAACK C., « Justifying and Assessing Policy Mixes for Biodiversity Conservation and Ecosystem Services Provision », présenté à 9th International Conference of the European Society for Ecological Economics, 2011.

ROCIO L. B. « Los límites socioculturales al espacio de recolectores inmigrantes del café », 2012.

SANDÍ MORALES J. A., ZÚÑIGA RIVERA C., et MONTERO MORA A., « Tarrazú y Orosí: Cambios en la cadena de comercialización del café y estrategias ante la liberalización del mercado, 1989-2006 », *Revista Historia de la Universidad Nacional y del Centro de Investigaciones Históricas de América Central Universidad de Costa Rica*, n° 55-56, 2007.

TUVHAG E., « The Costa Rican Experience of Fair Trade Coffee Impact on producers and producer organisations », Mémoire de fin d'étude.

VALENCIANO SALAZAR J.A., « Adaptabilidad de las familias agrícolas ante presiones económicas y ecológicas: un caso de café de altura en león cortés, costa rica », 2010.

VALENCIANO SALAZAR J.A., « La actividad cafetalera en los santos: diagnostico para un análisis de los medios de vida en la agrocadena », 2009.

VAN WESSEL T., « Economics of Sustainable Coffee Production in Los Santos, Costa Rica », Mémoire de fin d'étude, 2012.

VILLATORO M., LE BISSONNAIS Y., MOUSSA R. et RAPIDEL B., « Evaluación de erosión del suelo en alta pendiente bajo café con sombra en un Ultisol; cuenca Pirrís, Costa Rica », congrès ibéro-américain sur le contrôle de l'érosion et sédiments, 2014.

WARREN RAFFA D., « Monitoring N-leaching and exploring coffee farmers adaptation strategies to higher N-fertilizers price, in Llano Bonito watershed, Costa Rica », Mémoire de fin d'étude, 2013.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 Dispositif des éco-labels pour la certification du café (adapté de J-F Le Coq, 2012).....	15
Figure 2 Dispositif du programme PES pour la modalité SAF café (adapté de J-F Le Coq, 2012).....	16
Figure 3 Localisation de la zone d'étude.....	17
Figure 4 Précipitations moyennes (1996-2008) de la zone, en mm par mois (Warren Rafa, 2013).....	18
Figure 5 Grille d'analyse pour l'identification d'instruments permettant une amélioration des compromis entre SE fournis par les SAF café (Auteur)	24
Figure 6 Bouquet de SE fournis par les SAF café au sein d'un agro-écosystème (Auteur)	26
Figure 7 Prise de décisions des agriculteurs au sein des systèmes d'activités (adapté de P. GASSELIN et al., 2014)	26
Figure 8 Instruments et "policy mix"(Auteur)	30
Figure 9 Démarche mise en œuvre durant le stage (Auteur)	32
Figure 10 Déroulement des enquêtes (Auteur).....	33
Figure 11 Photos d'un croquis réalisé durant une enquête (1), du plateau sur la représentation de l'érosion (2), du plateau itinéraire technique	34
Figure 12 Déroulement des tours de jeu (Auteur).....	36
Figure 13 : Schéma d'un exemple de parcelle de café (auteur).....	40
Figure 14 Temps de travail des principales activités en hivers (en heures par ha par an) (Meylan, 2013)	41
Figure 15 Dépenses des principales activités de l'année (Meylan, 2013)	42
Figure 16 Localisation des contrats de PSE systèmes agro-forestiers dans la zone de Los Santos entre 2010 et 2013 (FONAFIFO, 2015)	61
Figure 17 Fréquence d'adoption des différentes cartes de gestion des adventices en fonction des tours.....	67
Figure 18 Fréquence d'adoption des différentes cartes de gestion de la fertilité des sols en fonction des tours.....	67
Figure 19 Fréquence d'adoption des différentes cartes d'aménagement des parcelles en fonction des tours.....	68
Figure 20 Evolution des différentes unités du jeu par rapport au tour de référence ($\sum \Delta \text{unité tour X-tour}_2$)	68
Figure 21 Adoption des instruments volontaires proposées via les règles de jeu	70
Figure 22 Evolution des unités de pollution par rapport au tour de référence par tour par rôle ($\sum \Delta \text{Pollution tour X-tour}_2$)	70
Figure 23 Evolution des unités de biodiversité par rapport au tour de référence par tour par rôle	71
Figure 24 Evolution des unités d'érosion par rapport au tour de référence par tour par rôle ($\sum \Delta \text{Erosion tour X-tour}_2$).....	71
Figure 25 Evolution des unités de café par rapport au tour de référence par tour par rôle ($\sum \Delta \text{Café tour X-tour}_2$)	72
Tableau 1 Enjeux agro-environnementaux de la zone (Auteur)	24
Tableau 2 Les différents registres de justification de la théorie de Boltansky et Thevenot appliqués à la représentation de la lutte contre l'érosion	28
Tableau 3: Instruments et incitations visant à améliorer la provision de SE (adapté de Ring et Schroter-Schlaack, 2011).....	29
Tableau 5 Types de composition d'ombrage (Auteur).....	45

Tableau 10 Calibrage des cartes sur la rénovation des terrasses (Auteur).....	51
Tableau 11 Calibrage des autres cartes relatives aux aménagements de la parcelle (Auteur)	51
Tableau 12 Âges des agriculteurs enquêtés.....	52
Tableau 13 Diversité des activités des ménages de caféiculteurs	57
Tableau 14 Typologie des SA du sous-bassin versant de Llano Bonito	60
Tableau 15 Rôles imposés aux joueurs en début de jeu	61
Tableau 16 Fréquence d'adoption des différentes cartes de gestion d'ombrage en fonction des tours	68
Tableau 17 Bilan des effets des différentes règles à l'échelle de jeu "bassin versant"	70
Tableau 18 Bilan par type des effets des règles testées dans le jeu	75

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Délimitation du sous-bassin versant de Llano Bonito et risques d'érosion, selon le plan de gestion du bassin-versant de l'ICE

ANNEXE 2 : Enquêtes réalisées auprès d'agriculteurs et autres acteurs

ANNEXE 3 : Participation à d'autres activités

ANNEXE 4 : Activités pour la construction du jeu

ANNEXE 5 : Représentation de l'érosion par les agriculteurs

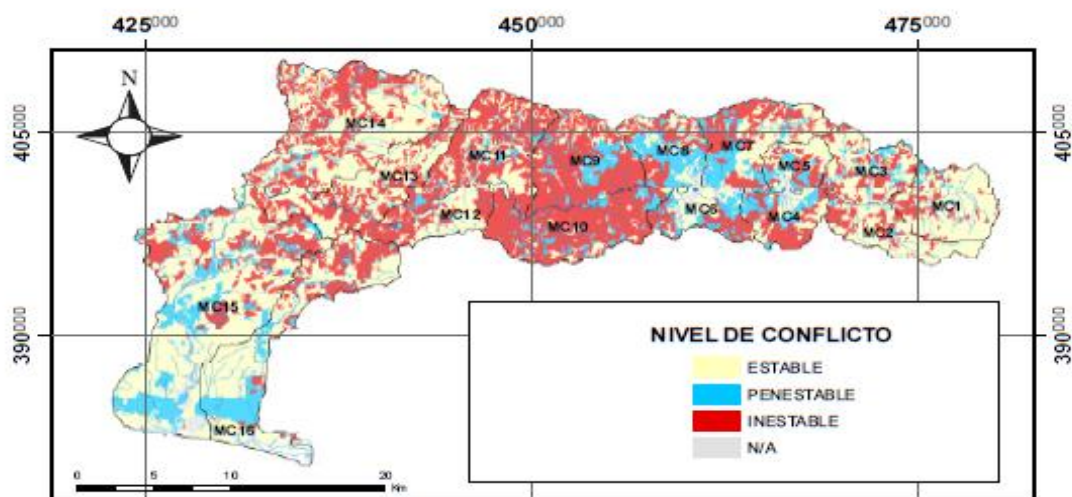
ANNEXE 6 : Eléments du jeu de rôle

ANNEXE 7 : Tests statistiques

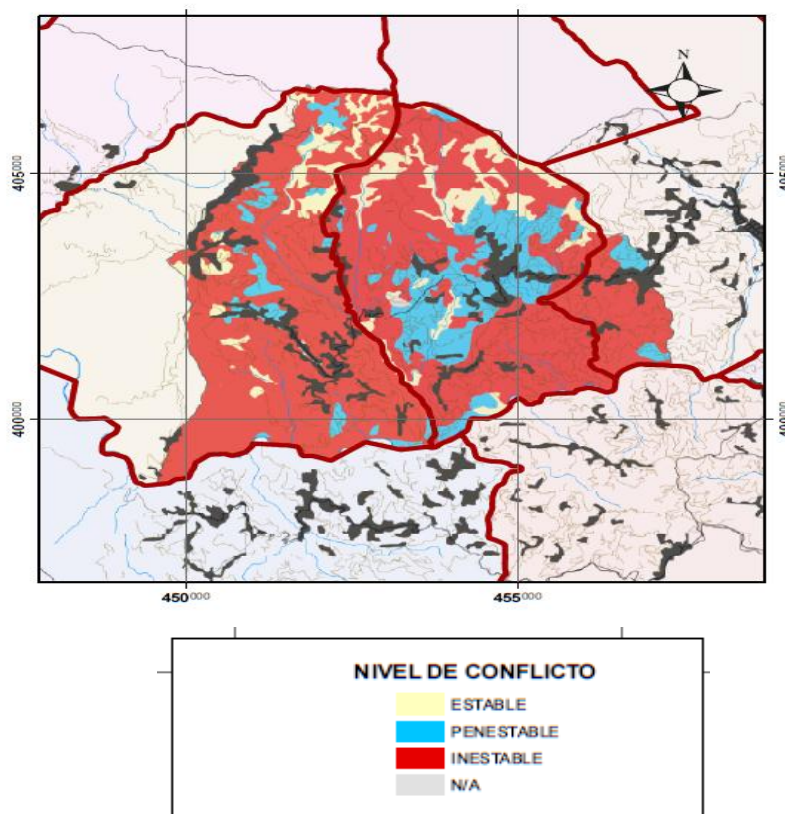
ANNEXES

ANNEXE 1 : Délimitation du sous-bassin versant de Llano Bonito et risques d'érosion, selon le plan de gestion du bassin-versant de l'ICE

BASSIN VERSANT PIRRIS ET RISQUE D'EROSION



SOUS-BASSIN VERSANT LLANO BONITO ET RISQUE



ANNEXE 2 : Enquêtes réalisées auprès d'agriculteurs et autres acteurs

Acteurs institutionnels

Institutions/entreprises	Enquêtés
FONAFIFO	Directeur du département de contrôle et du suivi
FUNCAFOR	Directeur exécutif
STARBUCKS COFFEE	Ingénieure forestière chargé du suivi des certifications
CENTRE AGRICOLE DE DOTA	Ingénieur forestier et directeur du centre
ICE	Anthropologue du Centre de Service de Gestion Environnemental
ICE	Ingénieur-directeur du Centre de Service de gestion environnemental
COOPERATIVE LLANO BONITO	Ingénieur agronome

Agriculteurs

N°	Ages	Superficie avec café (manzanas)	superficie totale (manzanas)	Communauté
1	66	3,5	3,5	Llano Bonito
2	60	1,5	1,5	San Luis
3	60	14,5	32	San Isidro
4	52	1,75	177,75	San Rafael Abajo
5	57	2,9	79,9	Concepción
6	53	7.76	3,75	Llano Bonito
7	68		22	Llano Bonito
8	55	2	5	San Francisco
9	49	3	3	Llano Bonito
10	63	46,5	49	Llano Bonito
11	35	0,25	0,25	Santa Juana
12	61	4	8,5	Santa Juana
13	57	1,7	1,7	Barrio del Colegio
14	30	10	35	San Francisco
15	48	4,75	6,75	Llano Bonito
16	48	2	5,25	San Juan
17	52	5	16,95	San Juan
18	47	3,65	3,65	San Rafael Abajo
19	70	3,75	5,75	Santa Rosa
20	50	7,95	12,25	San Isidro
21	50	0,75	0,75	San Luis
22	64	26	31	Trinidad
23	39	7,15	7,15	Santa Rosa
24	40	5,6	6,14	San Isidro
25	52	3	3	Concepción
26	55	2,8	2,8	San Rafael Abajo
27	75	68,25	6,25	Llano Bonito
28	48	12	11	Concepción
29	25	16	7	Concepción
30	54	3,25	2,5	San luis

ANNEXE 3 : Participation à d'autres activités

Organisateur	Objet de l'événement	Participants
COOPERATIVE LLANO BONITO	- Réunion d'information sur changement de gérants de la coopérative - Formation sur la conservation des sols	- Gérants et ingénieurs agronome de la coopérative - Vingtaine d'agriculteurs
COOPERATIVE LLANO BONITO ET ENTREPRISE BIOAGROLAT	Formation sur la fertilisation foliaire	- 2 Ingénieurs de Bioagrolat - Ingénieur agronome de la coopérative - Dizaine d'agriculteurs
COOPERATIVE LLANO BONITO ET UNA « agronomie »	Présentation de la zone pour lancement de projet de recherche d'étudiants	- Dizaine d'étudiants et chercheurs en agronomie de l'UNA - Ingénieur agronome de la coopérative
COOPERATIVE LLANO BONITO ET UNA « promotion de la santé »	Diagnostic des besoins sociaux des familles	- Vingtaines de femmes du village - 1 chercheuse de l'UNA en politique social et son étudiant

ANNEXE 4 : Activités pour la construction du jeu

ACTIVITES	ILLUSTRATIONS
<p>Formation au jeu INI-WAG et à la méthode WATAGAME</p> <p>Travail sur la méthodologie du stage</p> <p>4 JOURS 27 et 28 avril 1^{er} mai</p>	
<p>Atelier de co-construction entre chercheurs et acteurs locaux « champion » (2 personnes de l'ICE et l'ingénieur agronome de la coopérative)</p> <p>2 JOURS 29 et 30 avril 1^{er} mai</p>	
<p>Organisation d'une séance de jeu INI-WAG pour échanger avec les acteurs locaux (un agriculteur « micro-beneficio », 2 personnes du Ministère de la Santé, 3 personnes de l'ICE)</p> <p>1 APRES-MIDI 4 mai</p>	
<p>Test du 1^{er} prototype entre chercheurs</p> <p>1 APRES-MIDI</p>	<p>-</p>

ACTIVITES	ILLUSTRATIONS
<p>Test du 2nd prototype avec les acteurs locaux « champion »</p> <p>1 APRES-MIDI</p>	
<p>Test du 3^e prototype avec des habitants de la zone</p> <p>1 APRES-MIDI</p>	
<p>4 Séances de jeu avec les agriculteurs enquêtés</p> <p>1 SEMAINE</p>	

ANNEXE 5 : Représentations de l'érosion par les agriculteurs

Il est intéressant de mettre en perspective la vision scientifiques des SE avec celles des agriculteurs. Cette donnée a été utile à la conception des plateaux de jeu et a permis d'éclairer certains points des stratégies des producteurs. Au vu des enjeux agro-environnementaux de la zone, nous avons approfondis la question de la régulation de l'érosion et de sa représentation par les agriculteurs.

Les réponses aux questions sur les niveaux d'érosion perçus par les agriculteurs indiquent que l'érosion est globalement considérée comme contrôlée. 20 agriculteurs perçoivent ce phénomène, sur leurs parcelles, comme faible et 7 comme très faible. Uniquement trois des trente agriculteurs enquêtés ont choisi la réponse « érosion forte ». De plus, seuls 6 producteurs voient une différence d'intensité d'érosion entre leurs parcelles (sachant qu'uniquement 4 ont une seule parcelle). Leur vision de l'érosion est donc généralement un ressenti global, à l'échelle de l'exploitation. Ces conclusions sont cohérentes avec le fait, qu'ils ne se considèrent pas ou que très peu affectés par l'érosion. De plus, ils ne pensent pas qu'il existe des transferts d'érosion entre les parcelles. Ces conclusions nous ont conduits à choisir l'échelle des plateaux de jeu. Les agriculteurs n'ont pas une vision du phénomène d'érosion du bassin versant globale et de la parcelle. Les plateaux de jeu ont donc été construits à l'échelle de l'exploitation. Toutefois, pour sensibiliser les agriculteurs aux impacts environnementaux au niveau bassin versant, un plateau collectif à cette échelle a été créé.

Tableau : Comment les agriculteurs se sentent-ils affectés par l'érosion sur leurs parcelles de café?

Propositions	Effectif de producteurs ayant choisis la proposition (Aucun producteur n'a donné de réponse différente pour ses parcelles.)
Très peu	8
Peu	17
Très	3
Beaucoup	0
Na	2

Les résultats de l'expérience basée sur la théorie de Thevenot et Boltanski mettent en avant l'importance de trois arguments pour le contrôle de l'érosion : le futur des générations futures, de la productivité des parcelles et de l'intérêt général de la communauté. Au moins 60% des producteurs ont posé 2 billes ou plus sur ces différentes cases.

Tableau : Résultats globaux de l'expérience basée sur la théorie de Boltanski et Thevenot

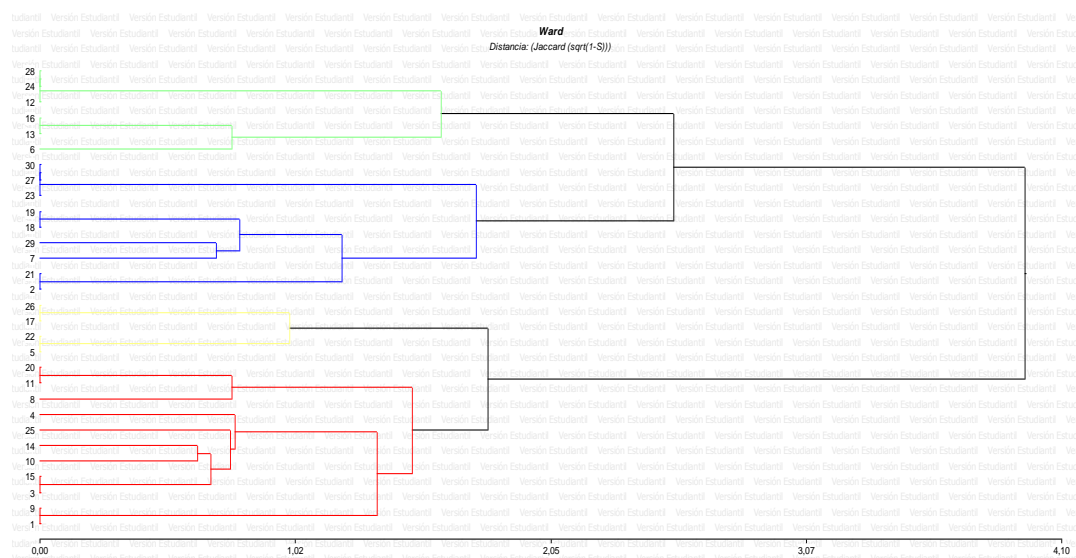
Arguments proposés	Nombres de perles posées sur la proposition (totale de 10 perles)					
	5	4	3	2	1	0
Famille	1	3	12	11	1	0
Intérêt général	2	1	1	14	10	2
Productivité parcelle	1	3	9	13	2	2
Accès financement	0	1	0	10	10	9
Esthétique de la parcelle	0	0	3	10	9	8
Opinion des autres	0	0	0	3	13	14

Au vue des réponses de chacun des producteurs, nous avons pu classifier les réponses des producteurs. Quatre catégories de justification de l'importance de la lutte contre l'érosion sont distinguées, grâce à une analyse de conglomerat (distance Jaccard, $n=30$, Coefficient cophénétique= 0,733). Le tableau suivant les caractérise. Des tests de corrélation de Pearson entre ces groupes et les pratiques des agriculteurs ont été réalisés. Aucun résultat intéressant et significatif n'a été relevé.

Tableau : Catégorie de représentation de l'importance de la lutte contre l'érosion











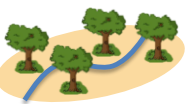
CATEGORIES	Effectif de producteurs	Justification principale	2e justification	3e justification	Justification non choisie
A	12	<ul style="list-style-type: none"> Génération futur Productivité de la parcelle <p>(60% des billes minimum sur ces deux propositions)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Communauté 	<ul style="list-style-type: none"> Esthétique parcelle Accès à des financements 	<ul style="list-style-type: none"> Opinion des autres
B	6	<ul style="list-style-type: none"> Communauté Générations futures <p>(50% des billes minimum sur ces deux propositions)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Parcelle productive Accès à des financements Esthétique de la parcelle 		
C	3	<ul style="list-style-type: none"> Générations futures Communauté, Accès à des financements Productivité de la parcelle <p>(2 perles sur chaque proposition)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Opinion des autres Esthétique parcelle <p>(1 perles sur chaque proposition)</p>		
D	9	<ul style="list-style-type: none"> Générations futures Communauté Productivité Esthétique de la parcelle 	<ul style="list-style-type: none"> Opinion des autres <p>(1 à 2 perles)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Accès à des financements 	

Analyse de conglomerats pour les regroupements de représentation du phénomène d'érosion





ANNEXE 6: Éléments du jeu de rôle

Plateau individuel

MANEJO DEL CAFETAL		OTRAS ACTIVIDADES
<p><i>Poda del café, deshija, 3 atomizos, resiembra de café, mano de obra de la recolección:</i></p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>4 </p> <p>4 </p> </div> <div style="font-size: 2em; margin: 0 10px;">➔</div> <div style="text-align: center;"> <p>6 </p> <p>2 </p> <p>9 </p> </div> </div>		
<p><i>Manejo de sombra</i></p> 	<p><i>Barreras vivas y zanjas</i></p> 	
<p><i>Abonadas</i></p> 	<p><i>Renovación de terrazas</i></p> 	
<p><i>Control de malezas</i></p> 	<p><i>Protección de quebradas</i></p> 	

Rôles


jugador n*



ROL A	
16 	Trabajo de la familia, durante todo el juego
7 	Plata inicial
<p>Manejo inicial del cafetal:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 200 poro y 200 plátanos/bananos/guineos - 25 sacos de fertilizante por manzana por año en 3 veces - 3 chapeas y una herbicida - Terrazas no renovadas 	
<p>TRABAJO COMO PEÓN O TRABAJO A TIEMPO COMPLETO</p>	
16 	Gastos anuales de la familia



Quebrada pegada al café


Recuerdo:

1  = 1 

1  = 2 

jugador n*

ROL B	
8	😊 Trabajo de la familia, durante todo el juego
10	💰 Plata inicial
Manejo inicial del cafetal: <ul style="list-style-type: none">- 200 poro y 200 plátanos/bananos/guineos- 25 sacos de fertilizante por manzana por año en 3 veces- 3 chapeas y una herbicida- Terrazas no renovadas	
APICULTURA	
8	💰 Gastos anuales de la familia



Quebrada pegada al café

Recuerdo:

1 😊 = 1 💰

1 🍵 = 2 💰

jugador n*

ROL C.2	
2	😊 Trabajo de la familia, durante todo el juego
20	💰 Plata inicial
Manejo inicial del cafetal: <ul style="list-style-type: none">- 200 poro y 20 aguacates- 25 sacos de fertilizante por manzana por año en 3 veces- 3 chapeas y una herbicida- Terrazas no renovadas	
AGUACATE	
2	💰 Gastos anuales de la familia



Quebrada pegada al café


Recuerdo:

1 😊 = 1 💰

1 🍵 = 2 💰

jugador n*

ROL C.1	
2	😊 Trabajo de la familia, durante todo el juego
20	💰 Plata inicial
Manejo inicial del cafetal: <ul style="list-style-type: none">- 200 poro y 20 aguacates- 25 sacos de fertilizante por manzana por año en 3 veces- 3 chapeas y una herbicida- Terrazas no renovadas	
AGUACATE+MICROBENEFICIO	
2	💰 Gastos anuales de la familia



Quebrada pegada al café




Recuerdo:


1 😊 = 1 💰

1 🍵 = 2 💰

Cartes de jeu






Musácea (banano, plátano, guineo)


1  → 1 
 1 



S1






200 Poro + 200 musácea (banano, plátano, guineo)


1  → -1 
 1 
 1 
 1 




S2

200 Poro + 20 Aguacates






1  → -1 
 1  → -1 
 5 





Costo instalación
 +3 

S3

180 Poro + 40 Aguacates

2  → -1 
 2  → -2 
 10 



Costo instalación
 +6/+3 

S4

100 Poro, 50 frutales, 50 arboles nativos (buenos para los animales)

1  → -1 
 3 
 -2 
 1 

Menos derrumbes



S5



2 Chapeas y 2 herbicidas


1  → 2 



M1



4 chapeas y 1herbicida localizada


3  → -1 



M3




3 Chapeas y 1 herbicida


2  → 1 



M2




15 sacos por manzana por año, 18 05 15, en 2 veces


1  → 2 
 2 



F1





15 sacos por manzana por año, 18 05 15 y refresco , 3 veces , + Cal


2  → 3 
 2 



F2


25 sacos por manzana por año, 18 05 15 y refresco , 3 veces

2  → 3 
 3  → 3 



F3





25 sacos por manzana por año, 18 05 15 y refresco , 3 veces , + Cal


2  → 3 
 3  → 4 



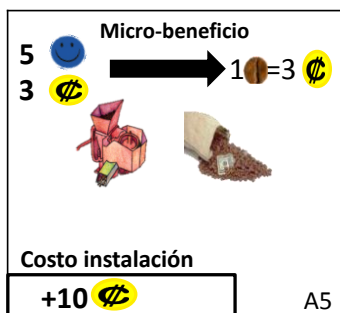
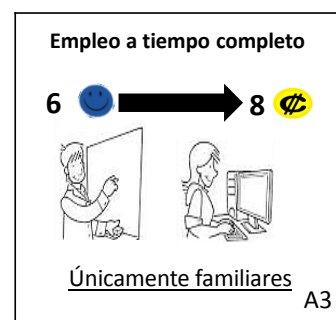
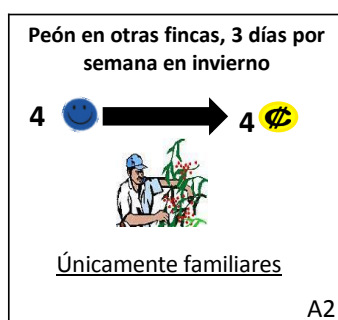
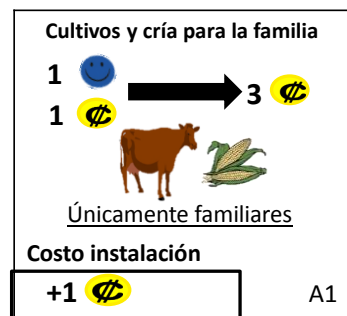
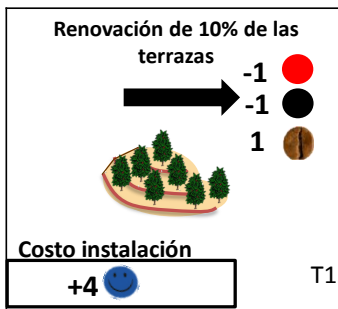
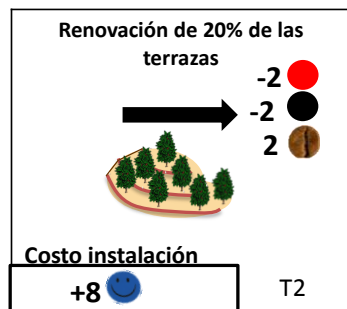
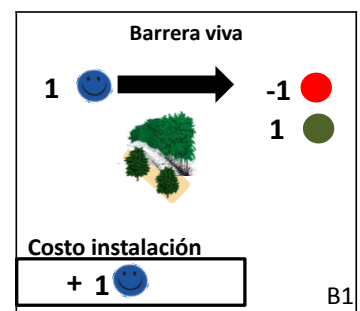
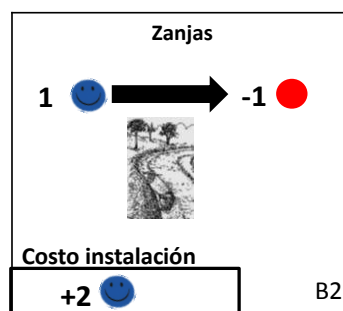
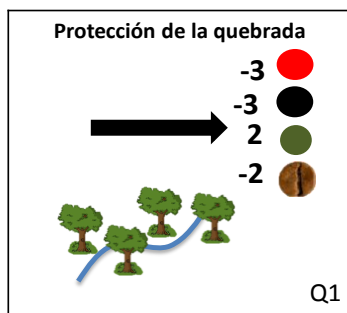
F4

25 sacos por manzana por año, 18 05 15 y refresco , 5 veces































































3  → 2 
 3  → 4 



F5

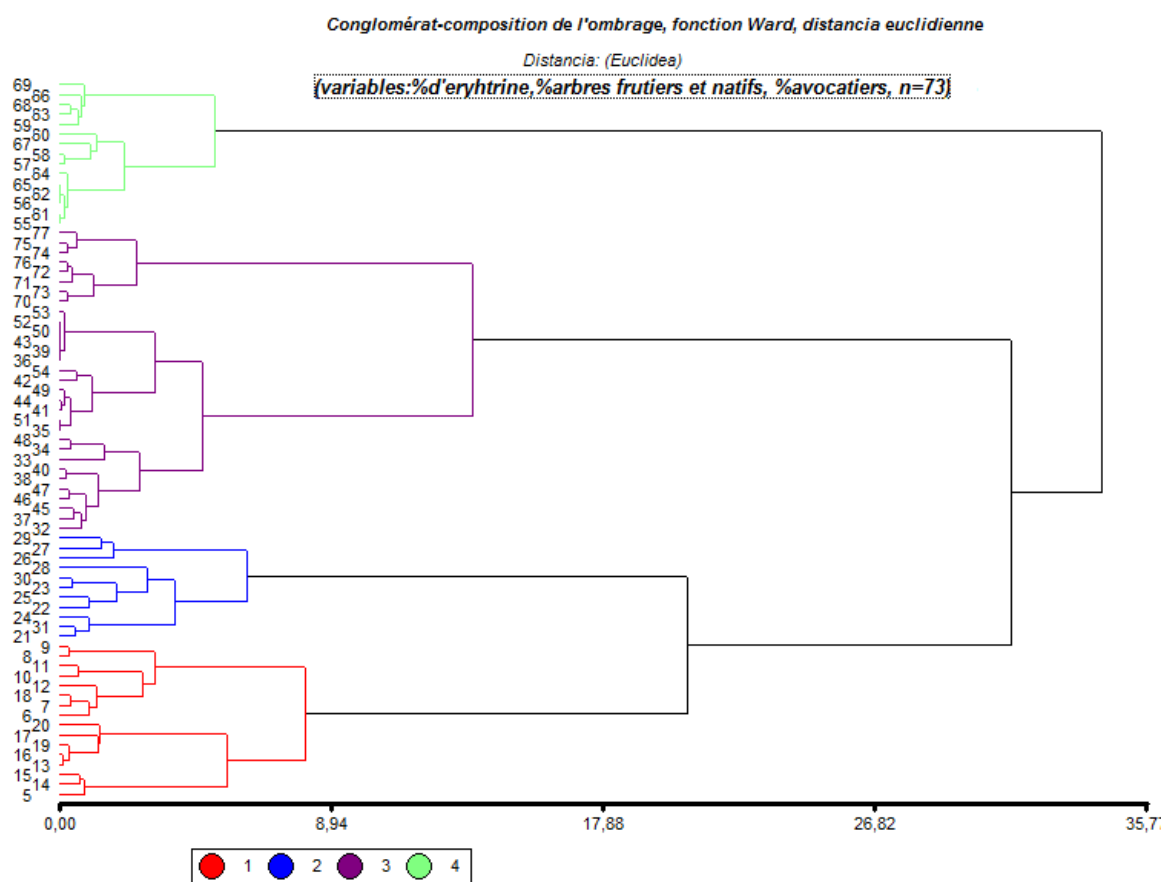


ANNEXE 7 : Tableau de suivi individuel par joueur

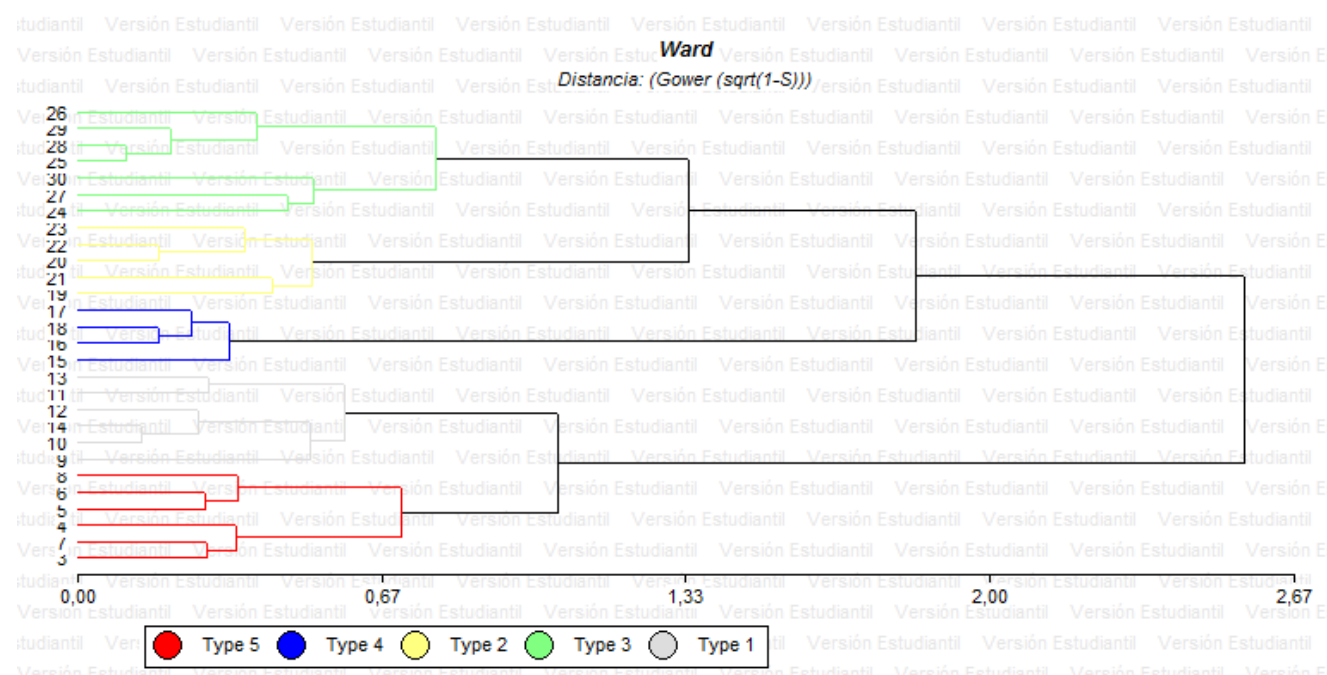
JUGADOR N*		 Inicial:		 Inicial:	
Turno	ENTRADA	SALIDA			TOTAL
T1	 :  :	 :	 :  :	 Café :	
		 :	 :  :	 Actividades:	
				 Gastos familia:	
T2	 :  :	 :	 :  :	 Café :	
		 :	 :  :	 Actividades:	
				 Gastos familia:	
T3.1	 :  :	 :	 :  :	 Café :	
		 :	 :  :	 Actividades:	
				 Gastos familia:	
T13.2	 :  :	 :	 :  :	 Café :	
		 :	 :  :	 Actividades:	
				 Gastos familia:	
T3.3	 :  :	 :	 :  :	 Café :	
		 :	 :  :	 Actividades:	
				 Gastos familia:	

ANNEXE 8 : Tests statistiques

Analyse de conglomerats sur la composition de l'ombrage



Analyse de conglomerats pour la typologie de SA



Principaux résultats des tests de corrélation

Variable 1	Variable 2	N	Coefficient de corrélation Pearson	p-value
Crédit	typeSA5	24	-0,53	0,0083
Age	typeSA5	28	0,54	0,0060
Revenu-café<50%	commercialisation 1 acheteur..	28	0,63	0,0003
Revenu-café<50%	commercialisation 2+ acheteurs	28	-0,55	0,0026
Age	microbeneficio	30	-0,59	0,0006
commercialisation 2+ acheteurs	typeSA1	25	-0,50	0,0113
commercialisation 1 acheteur..	avocats- commercialisation	28	-0,66	0,0001
commercialisation 2+ acheteurs	MOextété	28	0,57	0,0015
Fertilisation organique	microbeneficio	30	0,52	0,0030
usage non systématique d'herbicide	TypeSA4	28	0,53	0,0037
Fertilisation organique	TypeSA4	28	0,59	0,0008
T-taille-arbre légère	PercepC	30	0,49	0,0062
Petite entreprise non agricole	PercepC	30	0,61	0,0003
%caféde laStotaleEA	Rendements	30	-0,49	0,0113